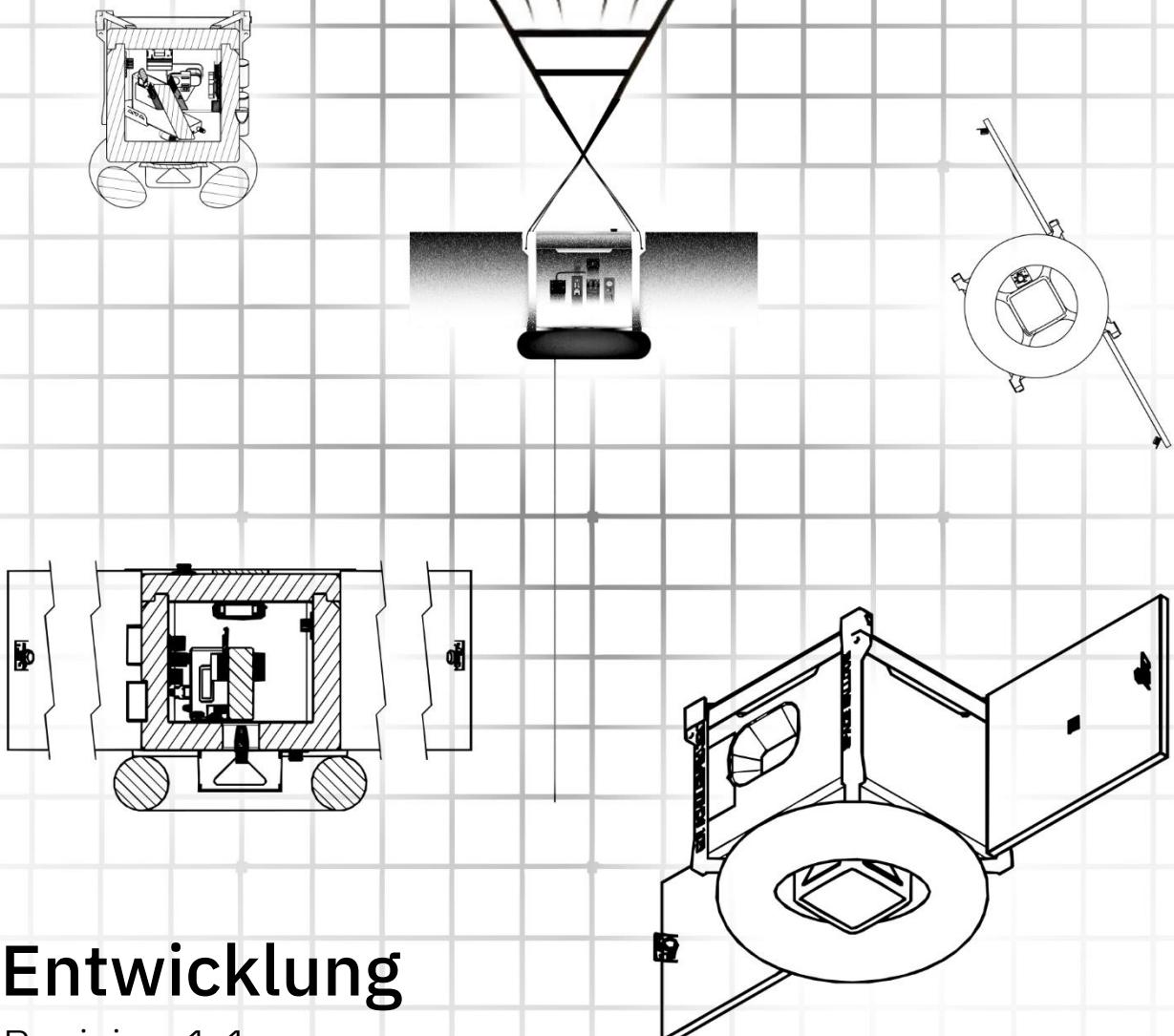


Space Balloon



Entwicklung

Revision 1.1

Projektüberblick

Ein Stratosphärenballon mit Live-Übertragung - Helium bringt unsere technische Meisterleistung in die Luft:

Selbstentwickelte Hard- und Softwarelösungen verbinden 6 Kameras, die eine Vielzahl an Perspektiven aufnehmen, 7 Sensoren, welche von Luftdruck bis UV-Strahlung ein umfangreiches Repertoire an Messwerten abdecken, 5 Chemikalien, deren Verhalten in den Bedingungen der Stratosphäre untersucht wird. Mithilfe von 2 Antennen und eines riesigen Parabolspiegels beobachten wir in Echtzeit die Erde aus 30000m Höhe und bleiben ständig in Kontakt mit unserer Sonde. Die gesamte Mission steht gänzlich in Form eines YouTube-Livestreams und Dokumentarfilms der ganzen Welt zur Verfügung.

All das haben wir, Schüler am Bodensee-Gymnasium Lindau in ca. 2400 Stunden an leidenschaftlichem Engagement in die Realität umgesetzt. Dank der finanziellen Unterstützung unserer Sponsoren im Wert von 5200 Euro konnten wir unser Wissen unter Beweis stellen und dabei mit eigener Technik ein einzigartiges Projekt schaffen.

Foto 1, Sonde, 12.10.2024, Aeschach Lindau



Foto 2, Flugversuch, 16.01.2025, Sportplatz Lindau



Foto 3, Funktest 1, 24.11.2024, Bahnhof Lindau



Foto 4, Funktest 4,
06.12.2024, Döbratsweiler

Inhaltsverzeichnis

I.	Fachliche Kurzfassung	3
II.	Motivation	4
1.	Ziel	4
2.	Themasuche	4
III.	Projektmanagement	4
1.	Sponsoring	4
2.	Unser Team	4
3.	Medienarbeit	6
IV.	Entwicklung	7
1.	Sonde	7
2.	Bodenstation	10
3.	Cloud und Livestream	11
4.	Kommunikation	12
V.	Testphase	13
1.	Techniktest	13
2.	Kältetest	13
3.	Funkttest	14
VI.	Mission	15
1.	Vorbereitung	15
2.	Countdown	16
3.	Flug und Absturz	16
VII.	Auswertung	16
1.	Messwerte	16
2.	Funk	16
3.	Videomaterial	17
4.	Livestream	17
VIII.	Fazit und Ausblick	17
IX.	Quellen und Statistiken	18
1.	Inspiration	18
2.	Werkzeuge	18
3.	Komponenten	21
4.	Referenzen	23
5.	Unterstützungsleistungen	24
6.	Pressespiegel	24
7.	Arbeitsprotokoll	25



I. Fachliche Kurzfassung

Dies ist die erste Revision der schriftlichen Arbeit über unser Projekt. Stand jetzt haben wir einen Flugversuch gewagt, der jedoch an einer unglücklichen Abfolge an unerwarteten Ereignissen gescheitert ist. Der Vorfall wurde genau analysiert und wird in der bisherigen **Auswertung** erläutert.

Aufgrund der noch fehlenden Video- und Messdaten fehlt das meiste der Auswertung. Dies soll jedoch in den nächsten Wochen mit einem zweiten hoffentlich erfolgreichen Start geändert werden. Die **Entwicklungs- und Testphase** unseres Projekts liegt jedoch schon hinter uns und ist mittlerweile sehr umfangreich geworden.

Unsere technische Architektur lässt sich auf vier große Gebiete aufteilen. Am wichtigsten ist die Bordtechnik der **Sonde**. Sowohl in Bezug auf Hardware als auch Software haben wir das meiste herausgeholt, dass man aus einem Stratosphärenballon in unseren Dimensionen überhaupt meistern kann. Am Boden befindet sich die **Bodenstation**, bestehend aus dem Startplatz auf dem Sportgelände und der Mission Control im Bodensee-Gymnasium. Dort leiten ein Parabolspiegel und eine APRS-Antenne den Datenverkehr an die **Cloudinfrastruktur** für die Aufzeichnung und den Livestream weiter. Da die komplexe Vernetzung dieser Abschnitte eine wichtige Rolle im System spielt, verdient die vielseitige **Kommunikation** mit ihren zahlreichen Übertragungsmethoden ausführliche Erläuterung.

Neben den Erklärungen in dieser Dokumentation haben wir auch ein vollständiges CAD-Modell auf der Homepage für die Hardware und ein GitHub-Repository^[17] inklusive Wiki für die Software parat.

Das Projekt hat sich nicht immer linear entwickelt. So gab es in den letzten 9 Monaten jeweils entspanntere und sehr intensive Phasen. Mit dem Motiv gleich vor den Sommerferien innerhalb von 4 Wochen Entwicklungszeit starten zu können, waren wir Tag und Nacht beschäftigt, verzichteten auf Unterrichtsstunden und erreichten eine durchschnittliche Arbeitszeit von insgesamt 18 Stunden täglich. Auch wenn wir in kürzester Zeit sehr weit gekommen waren, war das Ergebnis natürlich unzuverlässig und mangelhaft. So ergab sich ein langwieriger Zeitraum voller Optimierungen und Tests, bis es im nächsten Jahr am 16. Januar so weit sein sollte, wir jedoch erneut scheiterten. Für die zeitliche Einordnung gibt es hier einen Zeitstrahl:

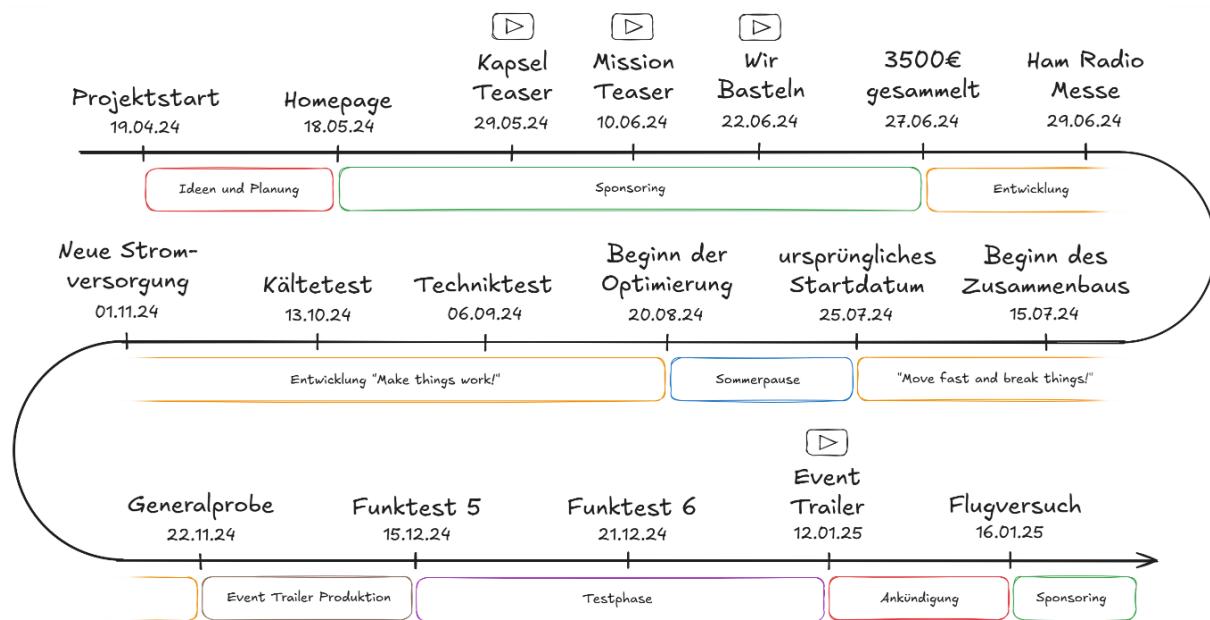


Diagramm 1, Zeitstrahl von April 2024 bis Januar 2025



II. Motivation

1. Ziel

Das Projekt hat mit der Frage angefangen, ob es möglich sei, einen Stratosphärenballon mit einer Live-Übertragung von Videos und Messdaten umzusetzen. Daraus ist ein großes Projekt geworden, da dies sehr viele Herausforderungen mit sich bringt. Als erstes ist die Frage der Übertragungsmethode aufgetaucht, die wir mit etwas Unterstützung des **DARC** lösen konnten. Gleichzeitig wurde nach der effizientesten Methode einer sowohl hardware- als auch softwareseitigen Umsetzung gesucht. Neben technischen Herausforderungen an Bord kam auch eine Vielzahl an Hindernissen bezüglich des YouTube Livestreams dazu. Die Liste lässt noch um deutlich mehr Beispiele erweitern.

Das Projekt ist schnell zu einem großen Konstrukt an unterschiedlichsten Experimenten gewachsen, das ursprüngliche Ziel der Live-Übertragung ist aber im Vordergrund geblieben.

2. Themasuche

Das Thema eines Wetterballons wurde von den jüngeren Forschern des Projekts angeregt. Mit der Sichtung eines Asteroiden fing alles an. Die Idee entstand während einer Übernachtung im Schulhaus, als sie am Himmel einen Asteroiden beobachtet haben. Es kam die Frage, ob wir nicht einen Ballon aufsteigen lassen können, um noch schönere Bilder in Echtzeit aus der Stratosphäre sehen zu können. Unser Projektbetreuer Dr. Andre Scherl gab daraufhin den ersten Impuls und legte den Grundstein.

III. Projektmanagement

1. Sponsoring

Unser Projekt konnte 4700 Euro an Sponsorengeld und 500 Euro Sachspenden sammeln. Mit insgesamt sieben großen Sponsoren hat die Finanzierung annähernd ein Monat gedauert. Es wurden insgesamt 14 Institutionen kontaktiert, damit beträgt die Zustimmungsrate weniger als 50%. Die meisten Geldgeber stammen aus dem technischen Bereich, vermutlich weil unser Projekt für Ingenieursunternehmen interessant und gut nachvollziehbar ist. Um die Unterstützung zu bekommen, mussten wir bei den meisten Firmen nach dem Abschicken der Emails noch anrufen und persönlich das Projekt der Kontaktperson vorstellen. Die durchschnittliche Antwortdauer beträgt bei den Kontaktemails, die zur Finanzierung des Projekts geführt haben, 10 Tage. Die schnellste Antwort kam innerhalb von einer Stunde. Der längste Vorgang dauerte ungefähr 3 Wochen, es hat aber zum größten Finanzierungsbetrag geführt.

Insgesamt wurden 32 Emails geschickt und 17 Anrufe betätigt, um die Finanzierung des Projekts zu schaffen. Eine Übersicht über alle **finanziellen Beiträge** finden sich im Anhang.

2. Unser Team

Das Space Balloon Team besteht aus 25 Forschern, darunter sind wir drei, Marko Berezhanskyy, Nikolas Beyer und Valentin Sutter am meisten beschäftigt gewesen. Zusammen mit Felix Berg bilden wir das Kernteam.

Die Motivation war bei uns im Kernteam fast durchgängig sehr hoch. Natürlich gab es auch absolute Rückschläge. Wir haben aber immer durchgehalten und im Verlauf der letzten neun Monate



durchschnittlich insgesamt 6 Stunden täglich gearbeitet. Das Schöne ist, dass jeder seine spezialisierten Qualifikationen mit sich bringt, gleichzeitig auch ein gutes Verständnis für die Zuständigkeitsbereiche der anderen besitzt. Marko überzeugte unsere Sponsoren über 5000€ zu spenden, kontaktierte und hielt unsere Medien immer auf dem Laufenden und inspirierte das gesamte Team, immer durchzuhalten. Seine Management- und Moderationsfähigkeiten sind die absolute Ausnahme. Nikolas beschäftigt sich seit Jahren leidenschaftlich mit Software und kennt sich quasi mit allem aus. Neben der softwareseitigen Entwicklung der Kapsel, ist er von Cloudinfrastruktur über Webseite bis Livestream der Ansprechpartner für alles gewesen. Als Flugdirektor koordinierte er die Mission. Valentin lebt in einem Paradies der Technik. Er ist das Mastermind hinter allem, dass man an diesem Projekt anfassen kann. Von CAD bis zum Handwerk, hat er alles umgesetzt. Am Tag der Mission stand er im Mittelpunkt der Technik. Es ist ein Arbeitsverhältnis basierend auf Vertrauen und gegenseitige Hilfe entstanden, ein wahres Dreamteam.

Der Rest des Space Balloon Teams ist genauso lobenswert. Auch wenn ein Großteil aus jüngeren Schülern bestand, waren sie fast immer loyal. Es war natürlich schwierig, so viele Forscher bei der technischen Forschung miteinzubeziehen. Dennoch stellten sie die Liste der Sensoren zusammen, die an der Kapsel angebracht wurden und recherchierten Methoden im Internet. Wir haben uns immer wieder regelmäßig getroffen und neue Ideen gesammelt. Und die Mission wäre ohne das Teamwork im großen Stil nicht möglich gewesen. In der Mission Control, hinter den Kameras bis hin zum Funkbetrieb, alle haben ihre Aufgaben mit Bravour gemeistert. An dieser Stelle besonders zu erwähnen ist Felix Berg, dem wir neben regelmäßigen Videos sein herausragendes Engagement in der Mission Control zu verdanken haben.

Dr. Andre Scherl ist unser hervorragender Projektbetreuer. Er gab uns mit diesem Projekt die Chance, uns frei zu entfalten. Auch wenn wir eigentlich alles selbst entwickelt haben, half er uns neben der rechtlichen Verantwortung auch immer wieder auf die Sprünge. Betreut hat uns auch Helmut Rupp, der stellvertretende Ortsverbandsvorsitzende des **DARCs** in Lindau-Westallgäu. Als Amateurfunker und Elektronikliebhaber zeigte er uns mehrmals den Weg zur Lösung.



Foto 5, Unser Team, 20.01.2025, Bodensee-Gymnasium Lindau



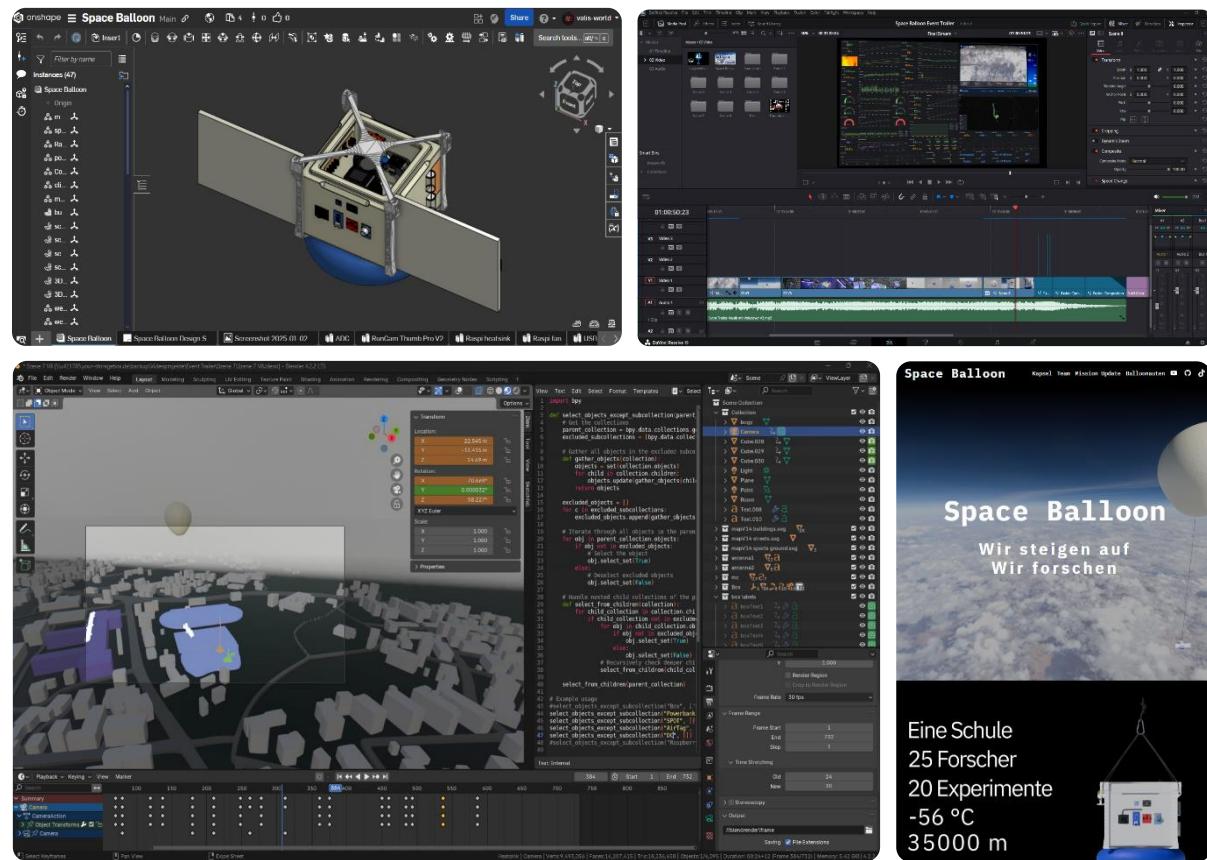
3. Medienarbeit

Stand jetzt haben wir auf unserem YouTube-Kanal ^[34] 6 Videos und 3 Shorts hochgeladen. Teilweise ging es um die neuesten Entwicklungen zu unserem Projekt, ein anderes mal kündigten wir unseren Start inklusive Livestream an. Besonders zu erwähnen ist dabei unser Event Trailer, indem ca. 250 Stunden Aufwand stecken. Es startete mit der Musikwahl und dem Drehbuch. Für die 3D-Animationen haben wir ein detailliertes CAD-Modell in Onshape ^[24] der gesamten Sonde angefertigt, gefolgt von Texturierung und Animation mithilfe von Blender ^[23]. Die Szenen haben für das fotorealistische Erscheinungsbild eine Renderzeit von 40 Stunden in Anspruch genommen. Der finale Schnitt wurde schließlich in DaVinci Resolve ^[25] vorgenommen. Aktuell konnten wir so auf unserem Kanal 107 Abonnenten und 7000 Aufrufe erzielen.

Um unser Projekt offen und detailliert zu präsentieren, haben wir viel Zeit in eine Webseite investiert. Diese haben wir selbst gehostet und folgt unserer Designphilosophie. Neben allgemeinen Informationen und Videos zu unserem Vorhaben, posten wir Mission Updates, die über den aktuellen Status berichten.

Für noch größere Aufmerksamkeit haben wir über sechs Redaktionen kontaktiert, darunter die Schwäbische Zeitung, der Bayrische Rundfunk, VOL.AT, Radio 7, das Wochenblatt und den ÖVSV. Eine Übersicht aller **Beiträge** findet sich im Anhang.

Am Start hatten wir ein großes Publikum. Dazu gehören 250 gleichzeitige Zuschauer im YouTube-Livestream und 200 Lehrer und Schüler vor Ort. Nach dem Vorfall gaben wir noch am selben Tag ein öffentliches Statement auf YouTube mit anschließender Analyse, um Verwirrung aufzuklären.



Fotos 6-9, Onshape, Davinci Resolve, Blender, Homepage, 19.01.2025, Bildschirmfotos



IV. Entwicklung

1. Sonde

Die Nutzlast unseres Ballons ist eine über den Rand hinaus mit Technik gefüllte Styroporbox^[64]. Das Herzstück ist unser Bordcomputer, ein Raspberry Pi 5^[70] mit Raspbian OS Lite^[36]. In folgendem Diagramm kann man die verschiedenen angeschlossenen Komponenten nachvollziehen:

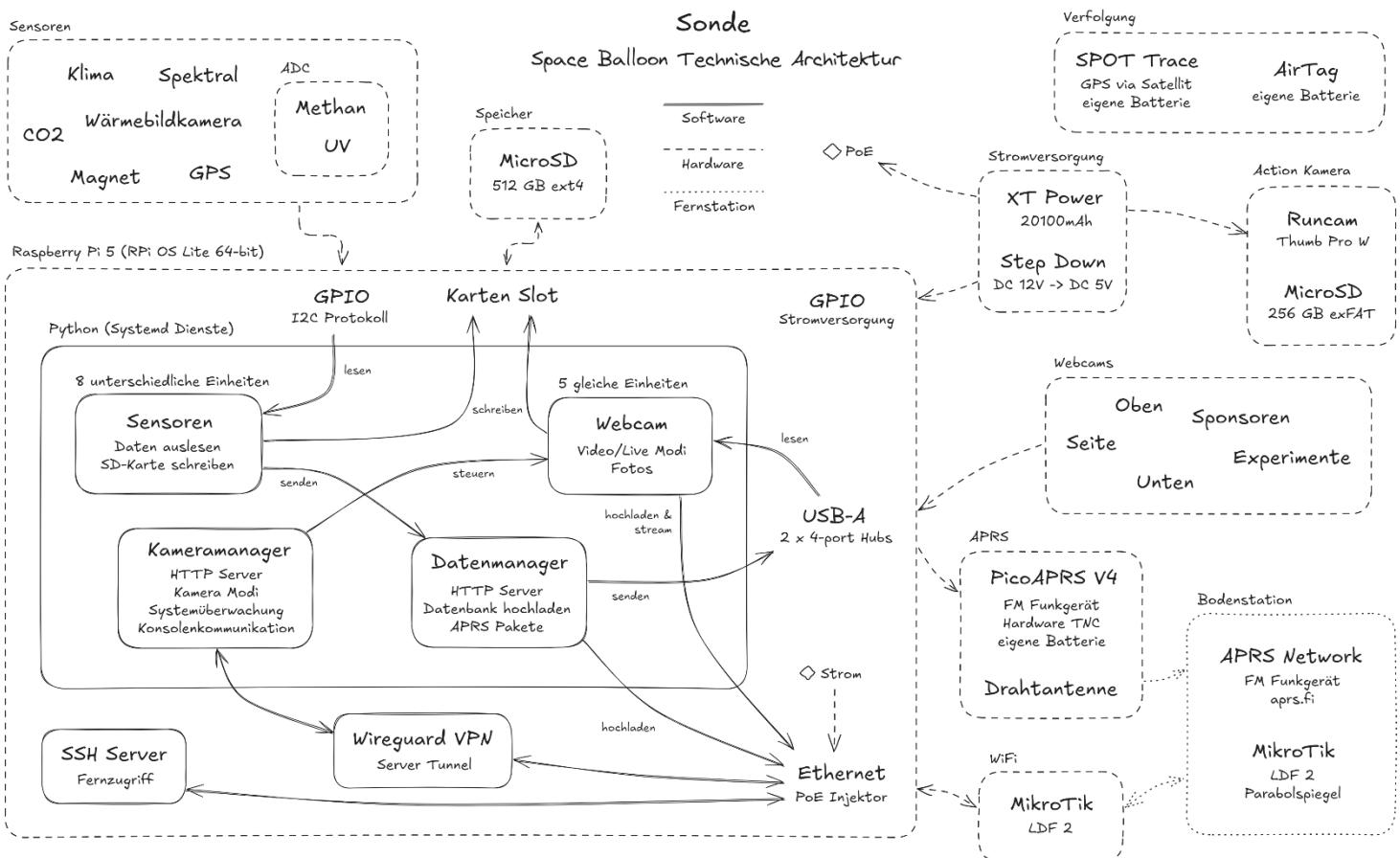


Diagramm 2, Abschnitt Sonde, Technische Architektur

Angeschlossen sind fünf Webcams^[59], die jeweils nach oben, unten, zur Seite, auf die **Sponsoren** und Chemikalien zeigen. Diese sind via USB an den Raspberry Pi angeschlossen und werden von jenem angesteuert. Zwischengeschaltet sind noch 4-Port-USB-Hubs^[69], weil die vier Anschlüsse des Ein-Platinen-Computers nicht ausreichen. Nach langwierigem Debugging hat sich herausgestellt, dass auch ein USB-3.0-Hub zu USB-2.0-Geschwindigkeiten wechselt, sobald ein Version-2.0-Gerät angeschlossen ist^[93]. Dies ist jedoch problematisch, da die Bandbreite nicht für mehr als zwei Kamera-Streams ausreicht. Unsere Lösung ist somit ein zweiter Hub.

Über die GPIO-Pins angeschlossen und mit I²C-Protokoll angesteuert werden acht Sensormodule: Der Klima-Sensor^[60] misst Temperatur, Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit, ein Magnetfeld-Sensor^[66] zeichnet auf drei Achsen die Intensität des Erdmagnetfelds auf. Für den sichtbaren Bereich des Lichtspektrums gibt es neben den Kameras ein Spektral-Modul^[57], das die Intensität für Wellenlängen zwischen 610 und 860 nm detektiert. Für den nicht sichtbaren, ultravioletten Bereich ist ein UV-Sensor^[61] an Board verbaut, der für Wellenlängen von 280 bis 390 nm zuständig ist. Weitere Sensoren geben uns einen Blick auf den Anteil an Kohlenstoffdioxid^[58] und Methan^[56] in der Tropo- und Stratosphäre.

Aufgrund der komplizierten thermodynamischen Eigenschaften unserer Sonde, überwachen wir das Innere mithilfe einer Wärmebildkamera [63]. Ebenso essenziell für die Mission ist das GPS-Modul, dass zu unserem ausgeklügeltem Tracking-Konzept beiträgt. Dieses wird im Abschnitt **Kommunikation** näher erläutert.

Theoretisch unterstützt das I²C-Protokoll [90] mit seiner 7-Bit-Adressierung maximal 112 Geräte pro Datenbus. Unsere Experimente haben jedoch ergeben, dass wir für optimale Stabilität maximal vier Geräte in Reihe schalten dürfen. Der Raspberry Pi besitzt jedoch nur einen Hardware-Bus, weshalb wir weitere Software-Busse konfigurieren mussten.

Als persistenter Datenspeicher dient eine MicroSD-Speicherkarte^[77] mit 512 GB Kapazität.

Im Verlauf der Entwicklung ist uns aufgefallen, dass wir von der mäßigen Bildqualität der fünf Webcams nicht gerade begeistert sind. Dies hat uns veranlasst, eine vom Raspberry Pi unabhängige Runcam Thumb Pro^[73] mit 2.7K Auflösung und 60 FPS zu installieren. Um die Action Kamera vor der eisigen Außentemperatur zu schützen, haben wir mithilfe des Lasercutters^[39] unserer Schule ein kleines Fenster aus Acryl angefertigt, welches uns eine Inneninstallation ermöglicht.

Für die Drahtloskommunikation kommen zwei Komponenten ins Spiel: Amateurfunk-Pakete [21] werden von dem PicoAPRS V4 [65] mit eingebautem Hardware TNC für AFSK-Modulation gesendet. Das sehr leichte UKW-Funkgerät kommuniziert mithilfe des KISS-Protokolls über eine virtuelle, serielle Schnittstelle auf USB mit dem Raspberry Pi. Um mehr Bandbreite für den ersten Teil des Fluges zu erzielen, nutzen wir einen MikroTik LDF 2 [67]. Der WiFi Bridge Router wird über einen PoE-Adapter via Ethernet mit Energie und Daten versorgt.

Zuständig für jene Energie ist eine Powerbank [68] mit 20100 mAh Kapazität. Diese besitzt einen Micro-USB-Port zum Laden, zwei USB-A-Ausgänge, die bei 5 V jeweils 18 W liefern können und eine DC-Buchse, welche je nach Einstellung 12 V bis 24 V und 50 W bereitstellen kann. Der PoE Adapter und der daran angeschlossene MikroTik Router wird direkt von der DC-Buchse betrieben, während die Runcam Kamera von einem USB-Ausgang bedient wird. Ursprünglich war der Plan, auch den Raspberry Pi und somit alle Sensoren und Kameras an den anderen USB-A-Port der Powerbank anzuschließen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die 18 W nicht für unseren Betrieb ausreichen. Die Alternative ist einen DC-DC-Step-Down-Converter [74] zu verwenden, um von den 50 W des DC-Ausgangs zu profitieren. Da sich die Spannungsversorgung aufgrund von Fluktuationen nicht für einen reibungslosen Betrieb eignete, mussten wir den Converter mit induktiven Spulen und Kondensatoren modifizieren. Die Induktivität reduziert plötzliche Stromänderungen, während der parallel geschaltete Kondensator Spannungsschwankungen ausgleicht. Zusammen bilden sie einen LC-Filter zur Spannungsstabilisierung.

Softwaretechnisch ist Ausfallsicherheit und Redundanz genauso wichtig. Daher haben wir die Logik je nach Aufgabe in einzelne möglichst unabhängige Module aufgeteilt. Jedes Modul ist ein eigenständiger Python Prozess als Systemd Dienst. Wenn diese kommunizieren müssen, geschieht dies über zwei lokale HTTP-Webserver.

Der eine ist der sogenannte Datenmanager, dessen Aufgabe ist, alle Messwerte zentral zu sammeln, diese via WiFi in die InfluxDB^[5] Datenbank zu schreiben und APRS-Pakete zu encodieren. Letzteres

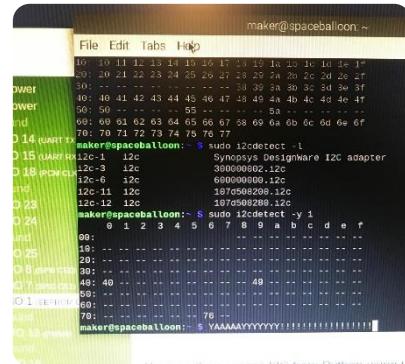


Foto 10, I²C-Protokoll funktioniert nach Tagen endlich. 04.07.2024. Lindau

stellte uns vor einige Herausforderungen. Es brauchte viel Zeit und Beschäftigung mit dem AX.25 [91] und KISS [92] Protokoll, um richtig mit dem Funkgerät zu kommunizieren, sodass die Baken auch im APRS-Netzwerk [21] weitergeleitet werden.

Bei dem anderen Webserver handelt es sich um den Kameramanager, der für die Verwaltung der Webcams und Systemüberwachung bzw. -steuerung verantwortlich ist. Die Auswahl an Kameras für die Live und Videooperationen geschieht je nach Bedingungen und den jeweiligen Modi unterschiedlich.



Diagramm 3, Kameramanager Auswahl Logik

Jede Kamera besitzt eine identische, jedoch unabhängig arbeitende Instanz eines Multithread Python Prozesses. Dies ist dem hohen Leistungsanspruch der Videoverarbeitung auf Softwareebene verschuldet. Denn zu unserer Überraschung stellte sich heraus, dass der Raspberry Pi 5 im Gegensatz zur Version 4 nicht den richtigen Hardware-Encoding Chip [94] für unsere Anwendung besitzt. Nach langem hin und her entschieden wir uns schließlich, bei Software-Encoding zu bleiben und dafür das Video-Capturing und Speichern bzw. Livestreamen in separate parallele Threads zu trennen, um ein flüssiges Ergebnis zu gewährleisten. Beim Videospeichern wird zudem alle 3 Minuten eine neue Datei geöffnet, um Datenverlust bei eventuellen Problemen zu minimieren. Fotos werden herunterskaliert und komprimiert versendet und gleichzeitig in voller Qualität offline gespeichert. Eine Kompression



Diagramm 4, Kamera Prozessübersicht

und niedrige Auflösung kommen auch bei dem vom SRT-Protokoll [95] gestütztem Livestream ins Spiel, da wir ein flüssiges Bild bevorzugen.

Jeder Sensor wird eigenständig von seinem individuellen Modul ausgelesen und sofort in einer einfachen CSV-Datei gespeichert. Danach werden die Messwerte auch an den Datenmanager für die weitere Übertragung gesendet. Dies ermöglicht uns eine möglichst viele Single-Point-of-Failure zu vermeiden. Das Auslesen mithilfe des I²C-Protokolls stellte sich auch als anspruchsvoller als erwartet heraus. So mussten wir immer wieder neue Ansätze ausprobieren, um die Werte der Sensoren auch wie gewünscht auszulesen.

Alle Module können über eigens angefertigte Werkzeugskripts und einem spezialisierten Konsolen-interface gesteuert werden. Letztere zeigt den Status aller Bereiche und dient der Kontrolle über Module, dem gesamten System, des Livestreams, usw.

Viele Implementationsdetails lassen sich am besten durch das eigenständige Erkunden unseres GitHub-Repositorys [17] herauslesen. Wenn also nach der genauen Funktionsweise der Kameras, die leider alles andere als Plug-and-Play für uns waren, oder richtigen Konfiguration des FFmpeg [37] Livestreams die Frage ist, kann man dort alles finden. Die gesamte Codebase ist quell offen und frei verwendbar. Zur Orientierung findet sich eine Übersicht über alle Module in der README Datei.



Foto 11, ein typischer Arbeitstag, wir optimieren die Sonde, 18.08.2024, Lindau

2. Bodenstation

Gegenüber von und im Bodensee-Gymnasium Lindau haben wir die im untenstehenden Diagramm beschriebene Technik aufgebaut. Diese ist für Empfang, Verarbeitung, und Weiterleitung der von unserer Sonde kommen Daten, zuständig:

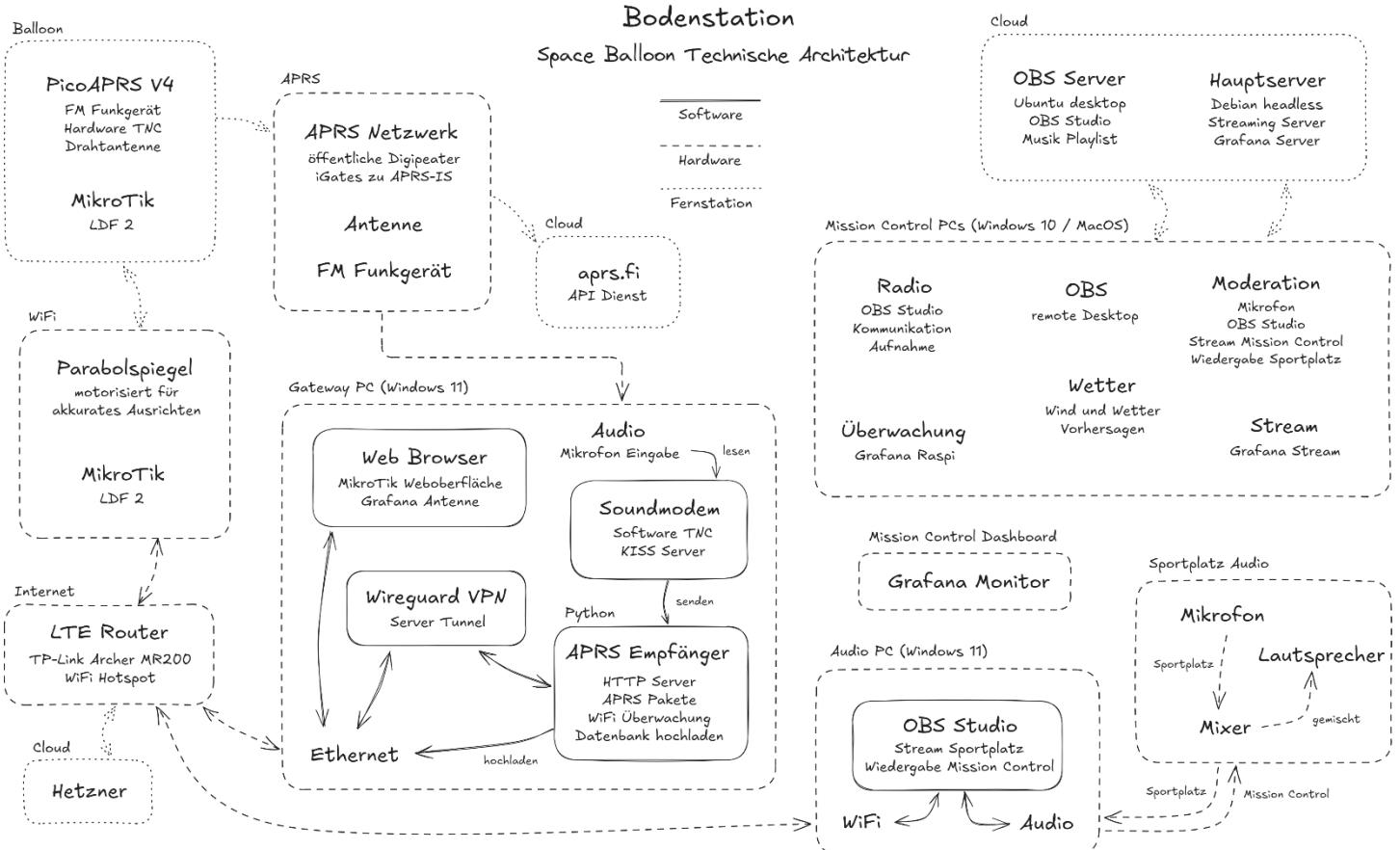


Diagramm 5, Abschnitt Bodenstation, Technische Architektur

Das Highlight dieses ganzen Aufbaus ist ein im Durchmesser 120 cm großer Parabolspiegel, der es ermöglicht ca. 35 km Reichweite mit einer WLAN-Verbindung zu erzielen. Über diese Verbindung können wir Live Video von jeweils einer unserer Webcams sowie Bilder von allen und Telemetrie Daten der Sensoren übertragen. Dieser Spiegel steht zusammen mit einer Empfangsstation für die APRS-Pakete am Startplatz, dem Sportgelände, der 200 Meter entfernt von unserer Mission Control im Schulgebäude liegt. Diese haben wir mit insgesamt 4 Schul- und 2 Privatrechnern ausgestattet. Jeder dieser PCs hat eine Aufgabe, von Überwachung zur Steuerung aller Systeme bis zur Livestream Moderation findet sich alles in diesem Raum.

Damit die Mission Control die APRS-Pakete auf ihren Grafana Dashboards^[3] sehen, analysieren und in den Livestream mit einbinden kann, müssen diese von einer 10 m hohen Antenne aufgefangen, von einem Funkgerät moduliert, per Audio-Jack von einem Rechner mit Soundmodem^[38] gelesen und decodiert werden, bevor sie endlich in die Datenbank gesendet werden können. Genau wie die Liveübertragung der Kameras laufen alle diese Daten über einen 4G LTE-Router^[78] in das Internet.

Um eine Moderation sowohl am Startplatz als auch in der Mission Control zu ermöglichen, haben wir eine bidirektionale Übertragung des Audios. Zudem werden beide Quellen auch zusammen begleitet von Musik im YouTube Livestream wiedergegeben.



3. Cloud und Livestream

Die Qualität der Internetverbindung in Deutschland ist bekanntlich meist rückschrittlich. Unter anderem war dies eine wichtige Motivation, viele missionskritischen Abläufe in die Cloud zu verschieben, um vom Schulnetz so unabhängig wie möglich zu sein:

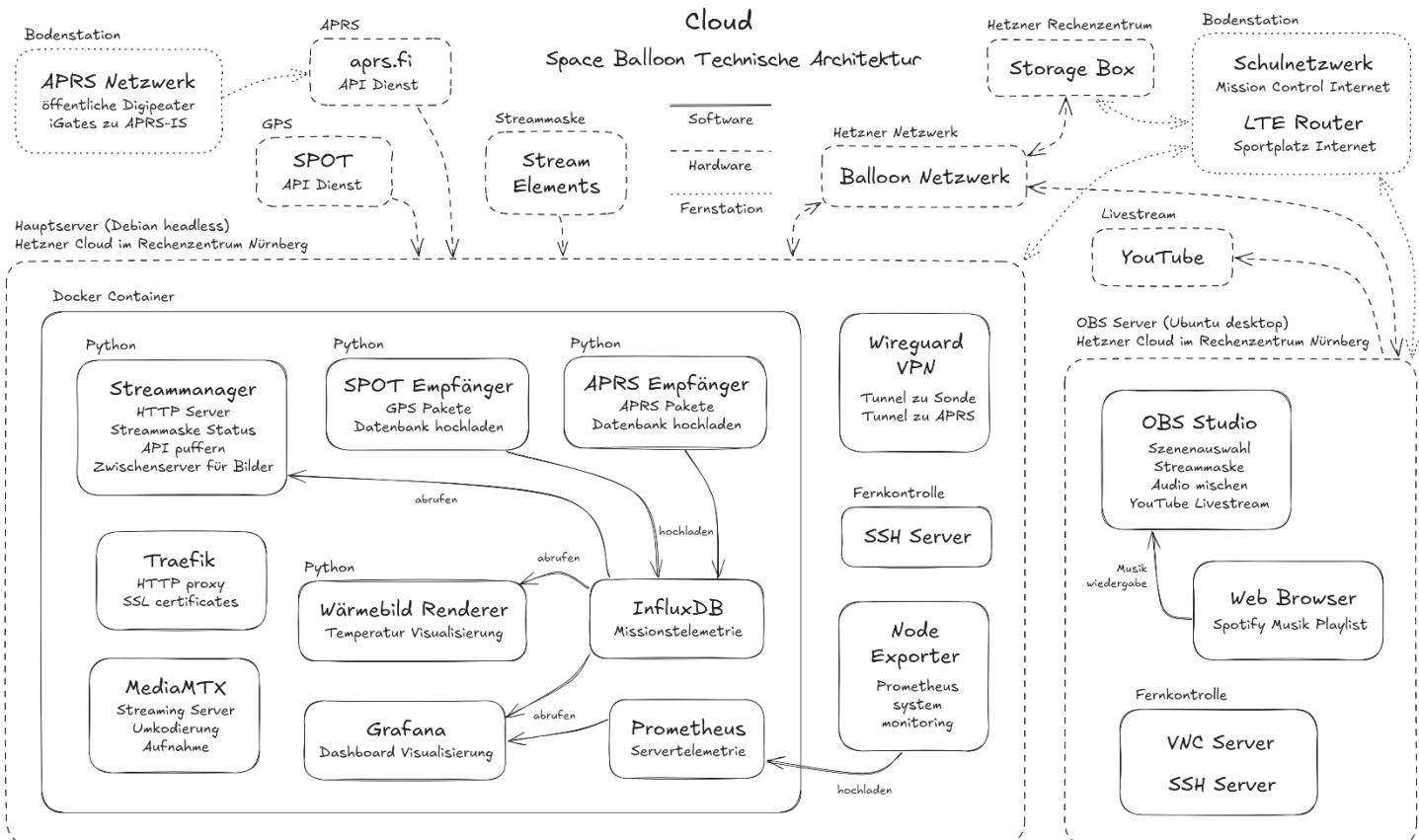


Diagramm 6, Abschnitt Cloud, Technische Architektur

In der Hetzner Cloud [26] in Nürnberg befinden sich der OBS-Server zuständig für den YouTube-Livestream, ein Netzwerkspeicher für die großen Datenmengen und der Hauptserver, der sämtliche übrigen Aufgaben übernimmt. So finden sich hier neben der InfluxDB [5] auch eine Prometheus [4] Datenbank für alle möglichen Telemetriedaten. Diese können mithilfe von Grafana [3] in Dashboards visualisiert werden. Zusätzlich zu den mit eigenen Übertragungsmethoden empfangenen Messwerten lesen wir die APIs von SPOT [13] und aprs.fi [12], um unser Tracking noch ausfallsicherer zu gestalten. Für eine Visualisierung der Wärmebilder im Innenraum ist ein weiterer Docker Container zuständig.

Die mit Stream Elements gehostete Streammaske wird vom Streammanager gesteuert, der nebenbei auch als API Puffer und Bildcache fungiert. Um die 10 gleichzeitigen Videostreams zu ermöglichen, verwenden wir MediaMTX [9]. Der Mediaserver kann Protokolle wie SRT [95], RTMP [96] und WebRTC [97], in jedes beliebige Protokoll in Echtzeit konvertieren. Neben dem Speichern als Aufzeichnung dient er als Streaming-Proxy, der uns eine direkte Verbindung aller Stationen erspart.

Der gesamte Netzwerkverkehr per Webtechnologie verläuft über Traefik [15]. Der Reverse Proxy macht mehrere Endpunkte hinter einer IP möglich und verschlüsselt HTTPS mit SSL Zertifikaten [98].

Mithilfe von einem VNC Remote Desktop Server [41] und Remote Ripple [42] kann auf das in Ubuntu Desktop laufende OBS Studio [18] zugegriffen werden.



4. Kommunikation

Die wichtigsten Daten für die Mission ist die genaue Position der Sonde. Deswegen haben wir insgesamt 4 Wege an diese zu kommen. Einer davon ist komplett redundant und unabhängig von allen anderen Systemen und die anderen 3 bestehen aus 2 GPS-Modulen, eines ist das im PicoAPRS [65] eingebaute und somit auch über APRS-Pakete versendete, das zweite ist der vom Raspi ausgelesene GPS-Sensor, der sowohl über die WiFi-Bridge als auch per APRS versendet wird.

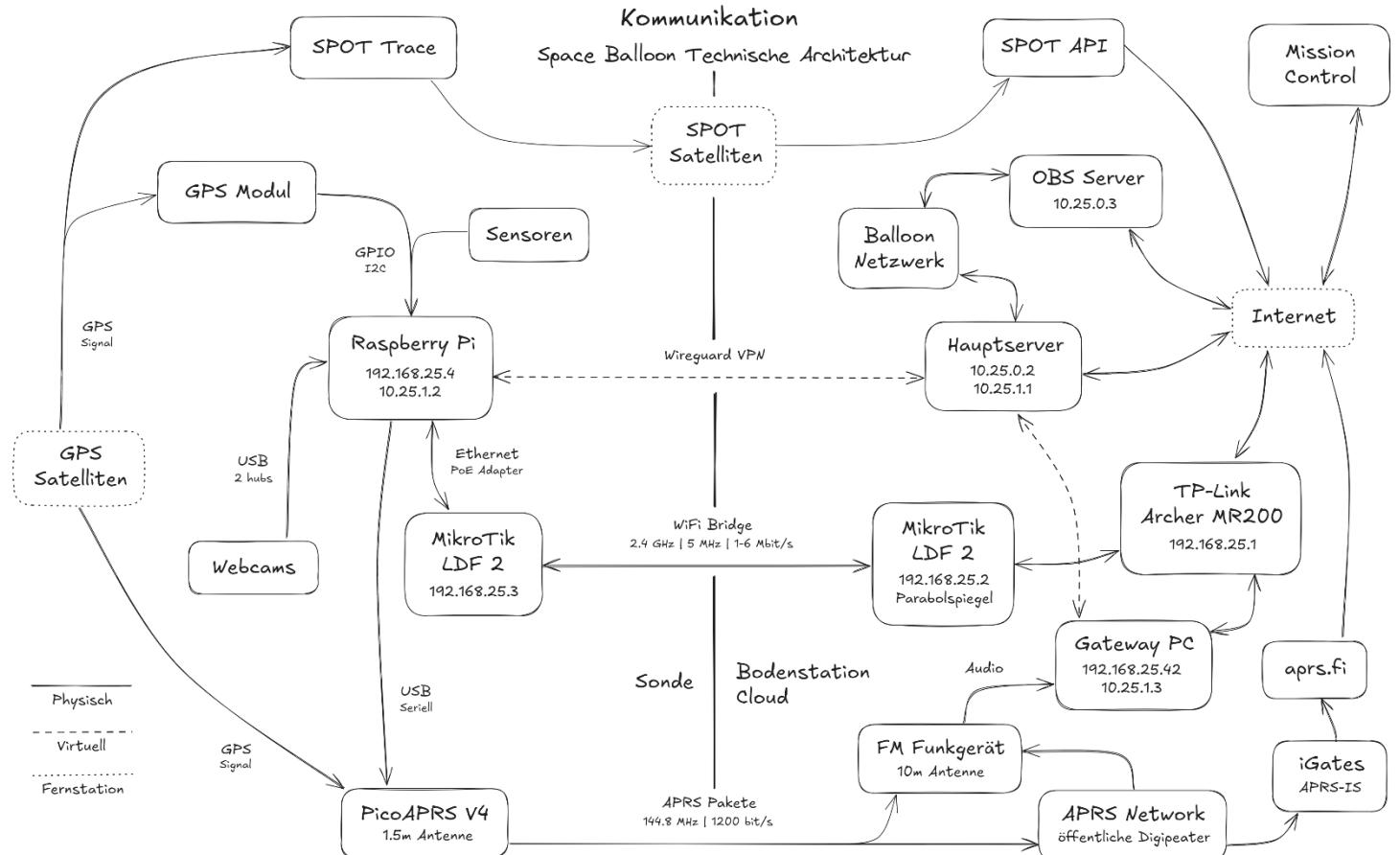


Diagramm 7, Abschnitt Kommunikation, Technische Architektur

Das bereits erwähnte APRS-Protokoll beruht auf AX.25 [91] Frames, die auf 144.8 MHz versendet werden. Diese werden von sogenannten Digipeatern empfangen und verstärkt weitergesendet. Somit können wir mit einem sehr kleinen Funkgerät große Distanzen zuverlässig überbrücken, aber mit einer limitierten Bandbreite von theoretisch 1200 bit/s. Allerdings senden wir nur ein Packet jede Minute, das um die 45 Bytes groß ist. Da das natürlich nicht annähernd für Live Video reicht, übertragen wir auf unserer in **Funkttest** näher beschriebenen WiFi-Bridge die Videos, Fotos und Sensordaten nicht nur minütlich, sondern alle 5 Sekunden. Sobald die Daten über die WLAN-Verbindung am Boden angekommen sind, sind sie auf ihrem Weg noch nicht einmal bei der Hälfte angekommen. Ein Beispiel für die komplexen Datenflüsse ist der Weg der Kamerabilder bis in den YouTube Livestream:

Kamera -> Raspberry Pi -> MikroTik Balloon -> WiFi Bridge -> MikroTik Ground -> TP-Link -> Internet -> Hauptserver -> Balloon Netzwerk -> OBS-Server -> Internet -> YouTube Livestream -> Zuschauer

Um aus von überall auf jede Komponente zugreifen zu können, existiert ein kleines VPN-Netzwerk zwischen dem Raspberry Pi, Hauptserver, Gateway PC und allen administrativen Geräten.

V. Testphase

1. Techniktest

Während der vielen Entwicklungsstunden haben wir zahlreiche vollwertige Tests der Kapsel durchgeführt. In denen ging es meistens nur um die Implementierung neuer Systeme, wie ein neuer Sensor oder eine neue Kameral Logik. Aber um diese erfolgreich durchführen zu können, mussten wir erst das fast schon größte Problem, eine ständig abstürzende Box lösen. Die ersten Vermutungen waren ein simpler Kurzschuss oder ein Software Bug. Allerdings konnten diese durch Schütteln oder Abschalten einzelner Komponenten ausgeschlossen werden. Am Ende lag es an der sehr schlechten Stromversorgung der Powerbank und des DC-DC Wandlers, die eine Schwankung von bis zu 1.2 V an den Raspi über den USB-C Port weitergaben. Die Lösung war der in [Sonde](#) beschrieben LC-Filter und die Versorgung über die GPIO-Pins anstatt über den USB-C Port.



Foto 12, Thermodynamische Analyse, Techniktest, 01.11.2024, Scheidegg

2. Kältetest

Um die extremen Temperaturen während des Flugs zu simulieren, durften wir großzügigerweise die Kältekammer der Sozialstation Lindau nutzen, um unsere Kapsel für 2 Stunden bei -20 °C zu testen. Dabei konnten wir einen Kompletttest aller Systeme bei realen Bedingungen durchführen und Schlüsse wie die Notwendigkeit für sowohl ein aktives als auch ein passives Kühlsystem ziehen. Die Box hatte damals noch keine Möglichkeit, Hitze nach außen abzugeben, außer durch das sehr isolierende Styropor. Deswegen haben wir jetzt eine außen befestigte Kupferplatte mit zwei 2 mm Kupferdrähten nach innen zum Kühlkörper des Raspberry Pis und einen von diesem kontrollierten Lüfter, der die heiße Luft in der Box nach außen befördert, installiert. Da die heißeste Komponente entgegen der Erwartung nicht der Raspi, sondern die Runcam ist, und wir den Lüfter auf der rechten Seite platziert haben, wurde, um etwas Luftstrom über die Actioncam zu gewährleisten, ein zweites Loch links dieser in die Box gebrannt. Um etwas mehr Luftbewegung zu ermöglichen, haben wir dem Lüfter 5 V über einen Transistor gegeben, da der RPi selbst nur 3.3 V mit den GPIO-Pins schalten kann. Ab sofort dreht sich der Lüfter des aktiven Kühlapparats immer nur, wenn die maximal und minimal Temperaturen der innen installierten Wärmebildkamera über unseren Schwellwerten liegen. Sollten die Messwerte fehlen, wird auf die CPU-Temperatur für die Steuerung zurückgegriffen.



Foto 13, Mobile Mission Control, Kältetest, 13.10.2024, Sozialstation Lindau

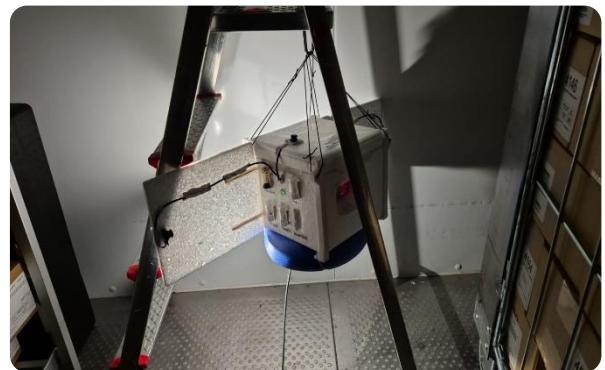


Foto 14, Sonde in der Gefrierkammer bei -20°C, Kältetest, 13.10.2024, Sozialstation Lindau



3. Funktest

Um verifizieren zu können, ob unsere Live-Videoübertragung auch auf größere Distanzen zuverlässig funktioniert und wie weit wir tatsächlich erwarten können, eine Verbindung zu haben, wurden sechs Funktests durchgeführt. Der ausführlichste war der Funktest 5 am 15. Dezember mit der Bodenstation auf dem Dachsberg in Lindau, dessen Ziel es war, herauszufinden, ob unser selbstgebauter Zentralmount bessere Ergebnisse liefern kann als der originale Offsetmount^[100]. Der Unterschied ist die relative Position des WiFi-Routers zur Antenne. Der Offsetmount befestigt den Feed unterhalb des optischen Mittelpunktes der Schüssel, wohingegen sich der Zentralmount genau mittig befindet. Die Ergebnisse der vorherigen Tests haben uns zu vielen Optimierungen wie z.B. die Wahl eines möglichst freien Bandes innerhalb des 2,4 GHz Standards verholfen. Am Ende sind wir bei einer Konfiguration des nv2-Protokolls^[99] mit 5 MHz Kanalbreite, TDMA-Periodengröße von 3 und Maximaldistanz von 40 km gelandet. Die Ergebnisse all dieser Optimierungen kamen in den folgenden Ergebnissen von Funktest 5 zum Vorschein:

Standort	Konfiguration	Bedingungen	Distanz	Signalstärke		Durchsatz	
				avg	max	down	up
Lokal	Zentral	Bäume oder Zelt in der Luftlinie	15 m	-17 dB	-16 dB	4.5 Mbit/s	4.5 Mbit/s
	Offset		15 m	-21 dB	-19 dB	4.5 Mbit/s	4.5 Mbit/s
Weißenberg	Zentral	Luftlinie frei in Bodennähe	3970 m	-60 dB	-56 dB	2.0 Mbit/s	2.5 Mbit/s
	Offset		3970 m	-58 dB	-57 dB	2.5 Mbit/s	2.5 Mbit/s
Gasthof Stadler	Zentral	Luftlinie frei ohne jegliche Störungsquellen	9110 m	-59 dB	-55 dB	3.7 Mbit/s	4.3 Mbit/s
	Offset		9110 m	-57 dB	-55 dB	4.4 Mbit/s	5.1 Mbit/s
	Offset	Öffnungswinkel von Sonde nach unten	9110 m	-80 dB	-75 dB	1.6 Mbit/s	1.7 Mbit/s
Pfänder	Offset	Bäume oder Zelt in der Luftlinie	11640 m	-75 dB	-70 dB	2.3 Mbit/s	1.5 Mbit/s

Spannend ist auf jeden Fall der Einfluss von Störsignalen und Hindernissen in der Luftlinie. So konnten wir doch große Unterschiede je nach Anzahl der Geräte und Netzwerke an der Bodenstation feststellen.

Für die Ausrichtung der Antenne ist eine anhand von GPS-Werten arbeitende Winkelfunktion^[1] essenziell, da eine visuelle Einschätzung schon nach kurzer Zeit nicht mehr möglich ist. Um sicher zu stellen, dass diese auch ordnungsgemäß funktioniert, führten wir am 21. Dezember den Funktest 6 mit der Bodenstation bei Bahnholz in Lindau durch. Ziel war es die Winkelfunktion zu testen und kalibrieren. Diese berechnet Azimut und Elevation anhand von GPS und Luftdruck. Am Standort ist eine magnetische Deklination, also die Differenz zwischen magnetischem und geographischem Nordpol, von +3.83° Ost vorhanden.

Standort	Formelwert		Manuelle Ausrichtung				Differenz	
			Eingabe		Umgerechnet			
	Azimut	Elevation	Azimut	Elevation	Azimut	Elevation	Azimut	Elevation
Hangnach	343°	4.83°	-24	+30	336°	-15°	-7°	-19.83°
Oberreitnau	22.9°	1.51°	+13.47	+28.34	13.47°	-16.66°	-9.43°	-18.17°
Dachsberg	<i>Hypothese bestätigt, jedoch keine Messwerte aufgrund des leeren Akkus</i>							



Beim Test haben wir für das Ausnorden die Deklination in die falsche Richtung interpretiert. Dies bedeutet, dass die Differenzen der Azimut-Winkel von durchschnittlich $-8,21^\circ$ wie zu erwarten genau der doppelten Deklination entsprechen. Unser zukünftiges Vorgehen für die Mission ist somit, dass wir die Antenne nach magnetischem Nordpol ausrichten und die Deklination von $3,83^\circ$ direkt in der Formel subtrahieren. Zusätzlich misst der Antennen Controller seine Winkel von -180° West bis 180° Ost, während unsere Formel von 0° bis 360° arbeitet. Dies muss also auch durch einen Ausgleich der Werte über 180° geschehen.

Der Elevation-Winkel hatte durchschnittlich eine Differenz von -19° , was somit dem Offsetwinkel des Parabolspiegels entspricht. Dazu kommt noch, dass für den Controller eine Elevation von 0° einem Wert von 45° entspricht. Somit gilt für die Formel 26° ($45^\circ - 19^\circ$) zur Elevation zu addieren.

Beim Ausnorden ist zudem der starke Magnet im Motor der Antenne zu beachten. Es sollte daher genügend Abstand bei der Messung mit einem Kompass eingehalten werden.

Die langwierige Lösungsfindung für das APRS-System zahlte sich aus. Der Amateurfunk lief zuverlässig und konnte sowohl lokal empfangen als auch im Internet eingelesen werden.



Foto 15, Bodenstation, Funktest 5, 15.12.2024, Dachsberg Lindau

VI. Mission

1. Vorbereitung

Am 16. Januar 2025 war es endlich so weit. Schon Tage davor haben wir die Mission Control aufgebaut. Alle Vorhersagen waren ideal und schon um 5 Uhr morgens versammelten wir uns auf dem Sportgelände der Stadt Lindau. Zelte, Tische, Stühle, Lautsprecher, Mixer, Mikrofone, Kamerastative, Rechner und vor allem zwei Antennen wurden aufgebaut. Alle Systeme wurden hochgefahren und nochmals ausführlich geprüft.

Für den Flug ist eine Erlaubnis des Luftamts Südbayern nötig, die an verschiedene Bedingungen geknüpft ist, u. a. die Verwendung einer Spezialschnur mit maximaler Reißfestigkeit von 230 N, unsere Schnur liegt bei ca. 180 N. Damit diese Spezialschnur beim Start nicht reißt, wenn es einen Ruck gibt, wird nach Empfehlung von Stratoflights^[2] mit einer reißfesten Startschnur gearbeitet. Diese wird durch eine Kabelbinderöse gezogen, damit sie an einem Ende losgelassen werden kann. So wird eine feste Verbindung zum Ballon vermieden.

Mithilfe eines detaillierten Startablaufplans und Kommunikationsprotokolls via Walkie-Talkies haben wir uns über die zwei getrennten Standorte koordiniert. Und um 9 Uhr startete wie geplant die Liveübertragung.

2. Countdown

Nach einem kurzen Intro begann pünktlich die Moderation und ein Publikum sammelte sich sowohl vor Ort als auch im Netz. Doch dann kam die erste Verzögerung. Das Befüllen musste einige Zeit warten und dauerte länger als gedacht. Weitere Gründe waren längere Aufbauzeiten und mangelnde Parallelisierung im Zeitablauf. So kam es, dass wir den Countdown auf 10:30 Uhr um eine Stunde verschieben mussten. Ein interessanter Nebeneffekt des Delays war eine noch deutlich gestiegene Zuschauerzahl.

Als das Aufblasen des Ballons geschafft war, hielten wir ihn an der Startschnur ca. 15 m über dem Erdboden, bis wir die passende Startposition bezüglich der Hindernisse in der Umgebung und der Windrichtung erreicht hatten. Anschließend erfolgte der endgültige Countdown.

3. Flug und Absturz

Unmittelbar nach dem Loslassen einer Seite der Startschnur, stieg der Ballon auf, da die Startschnur frei durch die Kabelbinderöse laufen konnte. Auf Videoaufnahmen aus verschiedenen Winkeln erkennt man, dass der Wind das lose Ende der Schnur gegen die Spezialschnur drückte. So entstand zu viel Reibung durch die Startschnur an der Spezialschnur und diese wurde durchtrennt. Als Folge fiel die Sonde zu Boden. Der Fallschirm öffnete sich, entwickelte bei dem Sturz aus ca. 20 m Höhe jedoch noch nicht seine volle Bremswirkung. Die Sonde ist bis auf einen gebrochenen Flügel noch voll funktionstüchtig.

VII. Auswertung

1. Messwerte

Von der nicht besonders langen Mission konnten wir zwar nicht viele Messwerte sammeln, trotzdem konnten wir ein paar aufnehmen und auch analysieren. Am interessantesten waren die Messwerte der 3 Höhenmessungen, die alle ungefähr übereinstimmen und auf ca. 20 m gekommen sind.

2. Funk

Eine wichtige Erkenntnis unseres Flugversuches ist, wie problematisch die Störsignale von 250 Mobilgeräten in Nähe der Bodenstation sind.

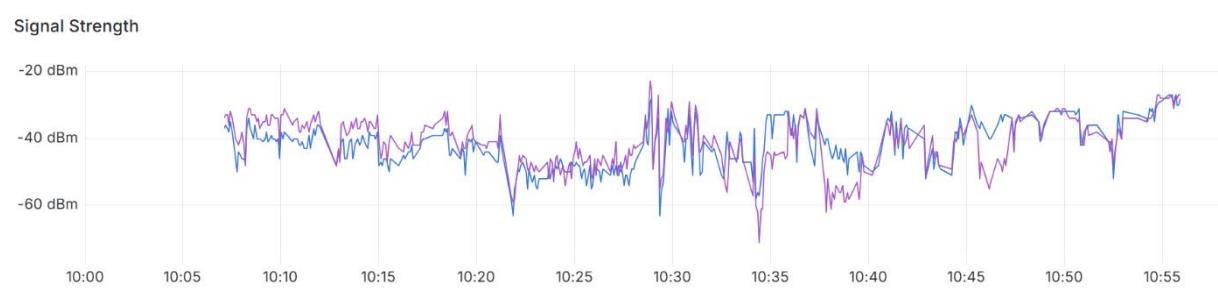


Diagramm 8, Signalstärke der WiFi-Bridge über Zeit am Flugversuch, 16.01.2025, Sportgelände Lindau

Auch wenn die Signalstärke der WiFi-Verbindung aufgrund der kurzen Distanz immer im grünen Bereich über -60 dBm bleibt, ist die Empfangs- und Übertragungsqualität am Rande des Ausfalls. Diese besagt, wie viel der Daten es erfolgreich auf die andere Seite schafft.

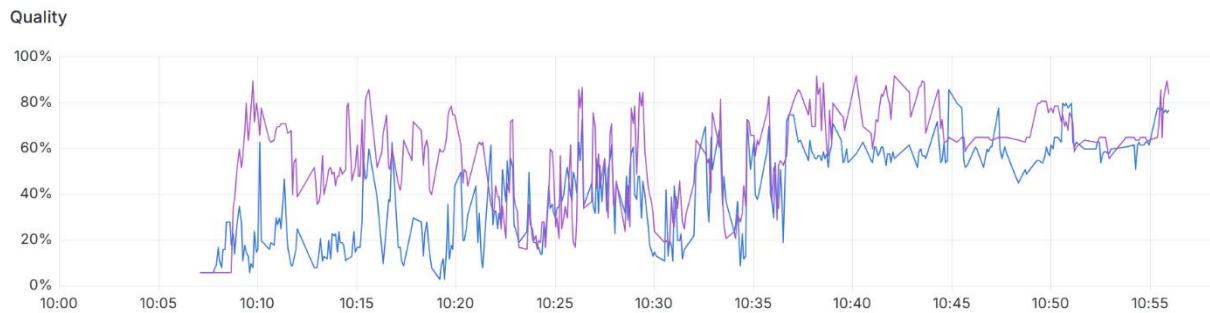


Diagramm 9, Übertragungsqualität der WiFi-Bridge über Zeit am Flugversuch, 16.01.2025, Sportgelände Lindau

Beim nächsten Start muss also auf genügend Abstand und eine freie Luftlinie geachtet werden.

3. Videomaterial

Das gesamte Prozedere wurde innerhalb der Box von unserer Runcam und unseren USB-Webcams aufgezeichnet. Am Boden waren zwischen unseren Kameramännern auch Professionelle Kameramänner der Schwäbischen Zeitung und des VOL.at. Diese zeichneten auch den etwas wackeligen Flug auf. All diese Aufnahmen wurden von uns genutzt und genau analysiert, um den Grund für die gerissene Halteschnur zu erkennen.

4. Livestream

Unser Aufbau für den Livestream hat sich grundsätzlich gut bewährt. Es gab jedoch auch einige Verbesserungspunkte. Über OBS Studio ^[18] auf dem Server steuerten wir die Bildauswahl, wobei eine Auswahl von über 10 Kameraleuten und unseren 5 Ballonkameras zur Verfügung stand. Leider zeigten sich die zahlreichen Störungsquellen häufig in der Bildqualität wieder. Auch ist wünschenswert, beim zweiten Anlauf mehr auf Stative und Gimbal zu setzen, um stabilere Bilder zeigen zu können. Die interaktive Streammaske realisiert mithilfe von Stream Elements ^[20] funktionierte, konnte aber nicht immer einbahnhfrei mit der selbst programmierten Konsole konfiguriert werden. Grund war dabei die fehlende Übung bei der Benutzung, was etwas zu Verwirrung gesorgt hat.

VIII. Fazit und Ausblick

Schlussendlich hatten wir mit unserem Flugversuch einfach einen nicht vorherzusehenden Zwischenfall. Natürlich gibt es immer kleine Verbesserungspunkte, wie z. B. die Kommunikationsschwierigkeiten mit Walkie-Talkies und die fehlende Einweisung unseres Teams mit den Systemen, aber im Großen und Ganzen hat fast alles tadellos funktioniert.

Trotz dieses doch eher moderaten Erfolgs sind wir motiviert, zeitig einen erfolgreichen Flug durchzuführen. Die gesamte Entwicklung mit all ihren technischen Erkenntnissen ist bereits vollendet.

Bisher konnten wir die Technik auch im Sinne der Liveübertragung logischerweise nur in simulierten Tests auf die Probe stellen. Die bisherigen Ergebnisse sind jedoch sehr vielversprechend.

Im Alltag sind wir gewohnt, dass Dinge meistens einfach funktionieren. Wenn man solche allerdings selbst entwickelt, versteht man erst, wie viel Aufwand investiert werden muss, damit etwas Plug-and-Play ist. Diese Erkenntnis wurde uns bei den hunderten Stunden Frustration klar und wir sind dankbar für alles, was wir auf diesem Weg lernen durften.

IX. Quellen und Statistiken

Alle Links wurden zuletzt am 20.01.2025 aufgerufen.

1. Inspiration

- [Q1] **AUTODESK Instructables**, How to Stream Video, Pictures, and Data From 90,000ft,
<https://www.instructables.com/How-to-Stream-Video-Pictures-and-Data-From-90000ft/>
- [Q2] **Stratoflights**, Umsetzung des Fluges und Ideensammlung möglicher Features,
<https://www.stratoflights.com/>

2. Werkzeuge

- [Q3] **Grafana**, selbst gestaltete Dashboard Visualisierung von Messwerten,
<https://grafana.com/>
- [Q4] **Prometheus**, Time Series Datenbank, Systemtelemetrie mit Pull-Prinzip,
<https://prometheus.io/>
- [Q5] **InfluxDB**, Time Series Datenbank, Mission Messwerte via Push-Prinzip,
<https://www.influxdata.com/>
- [Q6] **WireGuard**, moderne VPN-Technologie, sichere Direktverbindung der Geräte,
<https://www.wireguard.com/>
- [Q7] **Debian**, Linux Distribution, Betriebssystem des Hauptservers,
<https://www.debian.org/>
- [Q8] **Ubuntu Desktop**, Linux Distribution, Betriebssystem des OBS-Servers,
<https://ubuntu.com/>
- [Q9] **MediaMTX**, Streaming Server, flexible Transkodierung von Protokollen und Aufnahme,
<https://github.com/bluenviron/mediamtx/>
- [Q10] **Docker**, Container Plattform, isolierte und effiziente Verwaltung der Serveranwendungen,
<https://www.docker.com/>
- [Q11] **Visual Studio Code**, Entwicklungseditor unserer Wahl,
<https://code.visualstudio.com/>
- [Q12] **aprs.fi**, API-Dienst für APRS-Pakete, Anfragen für im Netzwerk per iGates empfangene Daten,
<https://aprs.fi>
- [Q13] **FindMeSPOT**, API-Dienst für GPS-Tracking mit Satellitenübertragung,
<https://www.findmespot.com/de-de/products-services/spot-trace/>
- [Q14] **RouterOS**, Netzwerkrouter Betriebssystem, Verwendung in den MikroTik LDF 2 Geräten,
<https://mikrotik.com/software/>



[Q15] **Traefik**, Reverse Proxy, HTTPS-Protokoll und SSL-Zertifikate,

<https://traefik.io/traefik/>

[Q16] **Python**, Programmiersprache unserer Wahl für jegliche Anwendungen,

<https://www.python.org/>

[Q17] **GitHub**, Repository für Versionsverwaltung, gesamte Codebase quelloffen verfügbar,

<https://github.com/BOGYLI/SpaceBalloon/>

[Q18] **OBS Studio**, Aufnahme und Livestream Software, YouTube-Übertragung auf OBS-Server,

<https://obsproject.com>

[Q19] **Wordpress**, Webseiteneditor, Technologie hinter unserer Homepage,

<https://wordpress.com>

[Q20] **Stream Elements**, Streammaske, Hosting von unserem eigenen Overlay,

<https://stamelements.com>

[Q21] **APRS Netzwerk**, APRS Pakete über das Internet, größere Flächendeckung des Funkbetriebes,

<https://www.aprs-is.net/>

[Q22] **GPS**, Global Positioning System, Tracking Satellite

[https://www.gps.gov/](https://www.gps.gov)

[Q23] **Blender**, 3D Software, Texturierung und Animation von Szenen für Trailer und Dokufilm,

<https://www.blender.org/>

[Q24] **Onshape**, CAD Software, maßstabsgetreues Modell der gesamten Sonde,

<https://www.onshape.com>

[Q25] **Davinci Resolve**, Videoschnitt und Komposition, Zusammensetzung der Szenen,

<https://www.blackmagicdesign.com/products/davinciresolve/>

[Q26] **Hetzner Cloud**, Serveranbieter, zwei Linux Server und ein Netzwerkspeicher,

<https://www.hetzner.com/>

[Q27] **Trello**, Kanbanboard, Team- und Aufgabenmanagement,

<https://trello.com/>

[Q28] **Inkscape**, Vektorgrafik Editor, Design von Logo, Poster, Webseite, Illustration,

<https://inkscape.org>

[Q29] **GIMP**, Rastergrafik Editor, Design von Poster und Webseite,

<https://www.gimp.org/>

[Q30] **Adobe Photoshop**, Rastergrafik Editor, Design von Poster und Webseite,

<https://www.adobe.com/de/products/photoshop/>

[Q31] **ChatGPT**, Recherche- und Entwicklungswerkzeug, Dokumentation ist von Hand geschrieben,

<https://chatgpt.com/>

[Q32] **Excalidraw**, Diagramm Editor, Design von Illustrationen und Diagrammen,

<https://excalidraw.com/>



[Q33] **Microsoft 365**, Office Suite, Word für Dokumente und Excel für Kalkulationen,
<https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365/>

[Q34] **YouTube**, Social Media Kanal, Videos und der Livestream,
<https://www.youtube.com/@spaceballoonbogy>

[Q35] **TikTok**, Social Media Kanal, Kurzvideos,
<https://www.tiktok.com/@spaceballoonbogy>

[Q36] **Raspbian OS Lite**, Linux Distribution, Betriebssystem für Raspberry Pi an Bord,
<https://www.raspberrypi.com/software/>

[Q37] **FFmpeg**, Videoverarbeitung, Konsolenanwendung für Transkodierung und Streaming,
<https://www.ffmpeg.org/>

[Q38] **Soundmodem**, TNC Software, AFSK Modulierung der APRS Übertragung
<http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>

[Q39] **OMTech Turbo-535**, Lasercutter für Anfertigung des Acrylfensters,
<https://omtechlaser.de/products/50w-co2-laser-graviermaschine-cutter-turbo-535/>

[Q40] **RDWorks**, Slicing Software für Lasercutter,
<https://www.ruidacontroller.com/ruida-rdworks-software/>

[Q41] **x11vnc**, Remote Desktop Server für VNC-Protokoll,
<https://github.com/LibVNC/x11vnc>

[Q42] **Remote Ripple**, Client Remote Desktop Software für VNC-Protokoll,
<https://remoteripple.com/>

[Q43] **Streamcast PRO**, Kamerastreaming via SRT-Protokoll auf iOS,
<https://apps.apple.com/de/app/streamcast-pro/id6443880300>

[Q44] **IP Webcam**, Kamerastreaming via SRT-Protokoll auf Android,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pas.webcam&hl=de&pli=1>

[Q45] **Fusion 360**, CAD Software, Entwurf des 3D-Druck Rahmens,
<https://www.autodesk.com/de/products/fusion-360/overview>

[Q46] **Copilot**, Bildgenerierung für Illustrationen,
<https://copilot.microsoft.com/chats>

[Q47] **IONOS**, Email Hosting für spaceballoon.bodensee-gymnasium.de,
<https://www.ionos.de/office-loesungen/eigene-email-adresse>

[Q48] **Sondehub Predict**, stündliche Flugroutenvorausberechnung,
https://predict.sondehub.org/?launch_latitude=47.5596&launch_longitude=9.6982

[Q49] **Stratoflight Helium Rechner**, Schätzung der benötigten Menge und des Fülldrucks,
<https://www.stratoflights.com/tutorial/wetterballon-tools/helium-rechner/>

[Q50] **Stratoflight Flugroutenvorausberechnung**,
<https://www.stratoflights.com/tutorial/wetterballon-tools/flugroutenvorausberechnung/>



[Q51] Clear Outside, für Astronomie spezialisierte Wettervorhersage,
<https://clearoutside.com/forecast/47.56/9.69>

[Q52] Bambu Lab A1, 3D Drucker, Anfertigung des Rahmens für die Kapsel,
<https://bambulab.com/de-de/a1>

[Q53] ZOOM Earth, Luftdruckkarte auf Normalnull, aktuelle Kalibrierung der Höhenberechnung,
<https://zoom.earth/maps/pressure/>

[Q54] topographic-map.com, Höhenkarte, Ermittlung der Höhe am Startplatz,
<https://en-gb.topographic-map.com/map-2c18/Germany/?center=47.5617%2C9.66522>

[Q55] GitHub Copilot, Beschleunigung der Programmierung als Hilfsmittel,
<https://github.com/features/copilot/>

3. Komponenten

[Q56] Methan-Sensor, HUABAN MQ-4, Methankonzentration,
<https://www.amazon.de/HUABAN-2PCS-MQ-4-Gas-Methan-Sensormodul-Arduino/dp/B089SQ81HP>

[Q57] Spektral-Sensor, Sparkfun AS7263, Lichtintensität bestimmter sichtbarer Wellenlängen,
<https://www.sparkfun.com/sparkfun-spectral-sensor-breakout-as7263-nir-qwiic.html>

[Q58] CO₂-Sensor, PI3G EE895-M16HV2, Kohlenstoffdioxid-Konzentration,
<https://pi3g.com/products/rpi-co2-sens-precision-long-term-calibrated-co2-sensor/>

[Q59] 5 x USB-Webcam, Kameramodul, 2048 X 1536 Pixel, 110° Weitwinkel,
<https://www.amazon.de/dp/B0BRF5HN52>

[Q60] Klima-Sensor, Adafruit MS8607, Temperatur, Luftdruck, relative Luftfeuchtigkeit,
<https://www.adafruit.com/product/4716>

[Q61] UV-Sensor, ML8511, UV-Intensität,
<https://www.berrybase.de/ml8511-digitales-uv-sensor-modul>

[Q62] GPS-Modul, Sparkfun SAM-M8Q, Position,
<https://www.sparkfun.com/sparkfun-gps-breakout-chip-antenna-sam-m8q-qwiic.html>

[Q63] Wärmebildkamera, Waveshare MLX90640, 32 x 24 Pixel, 110° Weitwinkel,
<https://www.waveshare.com/mlx90640-d110-thermal-camera.htm>

[Q64] Styroporbox, Stratoflights, Grundgerüst der Sonde,
<https://www.stratoflights.com/shop/styroporsonde/>

[Q65] PicoAPRS V4, FM Funkgerät mit AFSK Hardware TNC, APRS-Sender in der Kapsel,
<http://www.db1nto.de/index.php>

[Q66] Magnetfeld-Sensor, AZ Delivery GY-271, Intensität des Magnetfelds auf 3 Achsen,
<https://www.az-delivery.de/products/gy-271-kompassmodul-kompass-magnet-sensor-fuer-arduino-und-raspberry-pi>



[Q67] 2 x MikroTik LDF 2, 2.4 GHz WiFi-Bridge Router, sowohl am Boden als auch in der Luft,
https://mikrotik.com/product/ldf_2

[Q68] XT-20000QC3-AO-PA, Powerbank, 20100 mAh Kapazität,
<https://xtpower.de/XT-20000QC3/>

[Q69] 2 x USB Hub, 4-Port USB Verteiler,
<https://www.anker.com/eu-de/products/a7516>

[Q70] Raspberry Pi 5, Einplatinencomputer, Herzstück an Bord,
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/>

[Q71] Heatsink, passiver Kühlungskörper für den Raspberry Pi,
<https://www.waveshare.com/pi5-active-cooler-c.htm>

[Q72] 2 x Lüfter, 5V Motoren, Kühlung von Raspberry Pi und Innenraum,
<https://geekworm.com/products/mini-cooling-fan-for-raspberry-pi-orange-pi>

[Q73] Runcam Thumb Pro W, Action Kamera,
<https://shop.runcam.com/runcam-thumb-pro-w/>

[Q74] DC-DC-Wandler, 12V zu 5V Gleichstromtransformation, Raspberry Pi Stromversorgung,
<https://www.amazon.de/dp/B0B58T2YY8/>

[Q75] SPOT Trace, GPS-Tracking mit Satellitenübertragung, Notfallsystem,
<https://www.findmespot.com/de-de/products-services/spot-trace>

[Q76] 256GB MicroSD-Karte, Speicherkarte für die Runcam,
<https://shop.sandisk.com/de-de/products/memory-cards/microsd-cards/sandisk-extreme-uhs-i-for-mobile-gaming-microsd>

[Q77] 512GB MicroSD-Karte, Speicherkarte für den Raspberry Pi,
<https://www.samsung.com/de/memory-storage/memory-card/memory-card-evo-plus-microsd-card-512gb-mb-mc512sa-eu/>

[Q78] TP-Link Archer MR400, LTE Router, Internetverbindung auf dem Sportplatz,
<https://www.tp-link.com/de/home-networking/5g-4g-router/archer-mr400/>

[Q79] 512GB USB-Stick, Backup Management,
<https://www.intenso.de/produkte/usb-sticks/speed-line/>

[Q80] Ballon, Stratoflights, Naturkautschuck,
<https://www.stratoflights.com/shop/wetterballon-2000/>

[Q81] Fallschirm, Stratoflights
<https://www.stratoflights.com/shop/fallschirm>

[Q82] Helium, Vögeli Kälte- und Klimatechnik,
<https://voegeli-thomas-kuehl-u-klimatechnik.weblocator.de/>

[Q83] Spezialschnur, Stratoflights, Verbindung Ballon und Sonde,
<https://www.stratoflights.com/shop/spezialschnur/>



- [Q84] **Startschnur**, Sicherung des Ballons am Boden,
<https://www.amazon.de/dp/B08D3DL82C>
- [Q85] **3D Druck Filament**, PETG, 1kg,
<https://sunlu.com.de/products/petg-1-75mm-3d-drucker-filament-1kg-2-2lbs>
- [Q86] **Parabolspiegel, ND SatCom SKYRAY 1200**, bündelt die 2,4 GHz der WiFi Verbindung,
https://www.ndsatcom.com/en/products/antenna_systems.php
- [Q87] **Antenne, APRS Diamond X5000**, in 10 m Höhe montiert, empfängt APRS-Pakete,
<https://www.wimo.com/de/x-5000>
- [Q88] **Diamond GSV-3000**, konfigurierbares Netzteil für unser Funkgerät,
https://www.diamond-ant.co.jp/english/amateur/equipment/equipment1_pw.html
- [Q89] **STANDARD C-420**, altes aber geniales Funkgerät, APRS Empfangsstation,
<https://www.elkoba.com/magazin/standard-c-420>

4. Referenzen

- [Q90] **I²C-Protokoll**,
<https://github.com/fivdi/i2c-bus>
- [Q91] **AX.25 Frame**, NotBlackMagic, interaktive Dokumentation des Übertragungsformats,
<https://notblackmagic.com/bitsnpieces/ax.25/>
- [Q92] **KISS-Protokoll**, offizielle Dokumentation des TNC-Kommunikierungsprotokolls,
<https://www.ax25.net/kiss.aspx>
- [Q93] **USB 3.0-Hubs auf 2.0 Geschwindigkeiten**, Super User Forum, Verhalten von USB-Hubs,
<https://superuser.com/questions/477241/does-a-usb-2-0-device-connected-to-a-usb-3-0-hub-slow-down-the-hub-to-2-0-speeds>
- [Q94] **Hardware Codec Chip Raspberry Pi 5**,
<https://forums.raspberrypi.com/viewtopic.php?p=2284357>
- [Q95] **SRT-Protokoll**, sicherer, hochqualitativer, low-latency Videostream,
<https://www.haivision.com/products/srt-secure-reliable-transport/>
- [Q96] **RTMP-Protokoll**, älterer und dafür kompatiblerer Videostream Standard,
https://en.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Messaging_Protocol
- [Q97] **WebRTC-Protokoll**, Echtzeit Videostream im Web,
<https://webrtc.org/?hl=de>
- [Q98] **HTTPS-Protokoll und SSL-Zertifikate**, heutzutage ein Muss für jede Webanwendung,
<https://www.cloudflare.com/de-de/learning/ssl/what-is-https/>
- [Q99] **nv2-Protokoll**, MikroTik Wireless Standard, spezialisiert für große Distanzen,
<https://mum.mikrotik.com/presentations/AU11/au-savage.pdf>
- [Q100] **Zentralmount und Offsetmount**, verschiedene Parabolspiegel,
<https://de.wikipedia.org/wiki/Offsetantenne>



5. Unterstützungsleistungen

Rütgers Stiftung, 2000 €, Zusage am 27.06.2024,
<http://www.ruetgers-stiftung.de/>

Liebherr, 500 €, Zusage am 19.06.2024,
<https://www.liebherr.com/en-de/group>

Dornier, 500 €, Zusage am 04.06.2024,
<http://www.lindauer-dornier.com/>

Thomann, 300 €, Zusage am 14.06.2024,
<https://thomann.biz/>

Sparkasse, 250 €, Zusage am 12.06.2024,
<https://www.spk-schwaben-bodensee.de/de/home.html>

Vögeli Kälte- und Klimatechnik, Heliumspende, Zusage am 25.06.2024,
<https://voegeli-thomas-kuehl-u-klimatechnik.weblocator.de/>

DARC Ortsverband Lindau-Westallgäu, Erfahrungsaustausch und Sachspende von zwei Antennen,
<https://www.darc.de/der-club/distrikte/t/ortsverbaende/13>

Helmut Rupp, persönliche Beratung und Betreuung des Amateurfunks

Bodensee Gymnasium Lindau, Räumlichkeiten und organisatorische Freiheit,
<https://bodensee-gymnasium.de/>

6. Pressespiegel

Schwäbische Zeitung, Dieses Schülerexperiment endet in einem Desaster, 17.01.2025,
<https://www.schwaebische.de/regional/lindau/dieses-schuelerexperiment-endet-in-einem-desaster-3245122>

Schwäbische Zeitung, 30.000 Meter soll Wetterballon steigen: Gelingt jungen Forschern der Coup?, 27.07.2025, <https://www.schwaebische.de/regional/lindau/30-000-meter-junge-forscher-lassen-wetterballon-in-stratosphaere-steigen-2725367>

VOT.AT, "Space Balloon"-Start: Schülerprojekt hebt ab – und stürzt ab, 16.01.2025,
<https://www.vol.at/space-balloon-start-schulerprojekt-hebt-ab-und-sturzt-ab/9162349>

VOL.AT, "Space Balloon": Schüler aus Lindau schicken Himmelskörper in die Stratosphäre, 15.01.2025, <https://www.vol.at/space-balloon-schuler-aus-lindau-schicken-himmelskorper-in-die-stratosphare/9160375>

ÖVSV, Space Balloon - Bodensee Gymnasium Lindau startet Stratosphären-Ballon am 16.1.2025, 16.01.2025, <https://www.oevsv.at/oevsv/aktuelles/Space-Balloon-Bodensee-Gymnasium-Lindau-startet-Stratosphaeren-Ballon-am-16.1.2025/>

7. Arbeitsprotokoll



Valentin Sutter (573,92 Stunden)

21.06.2024	Teambesprechung	120 min	11.09.2024	APRS Analyse und Forschung mit Helmut	210 min
27.06.2024	Löten des GPS Sensors und Recherche	180 min	12.09.2024	3D Modellierung des MikroTik	60 min
28.06.2024	Weitere Recherche zu i2c, erste Auslese versuche	200 min	17.09.2024	3D Modellierung des GPS-Sensors	120 min
29.06.2024	Erste Tests, Rundfahrt um Lindau mit Sensor	150 min	19.09.2024	3D Modellierung der USB-Hubs und Optimierung	210 min
01.07.2024	Debugging des GPS Sensors	60 min	20.09.2024	3D Modellierung des DC DC Wandlers	120 min
01.07.2024	Teambesprechung	120 min	21.09.2024	3D Modellierung des DC DC Wandlers und anderem	370 min
02.07.2024	Sensoren Implementierung	240 min	22.09.2024	3D Modellierung der RunCam und Raspi Heatsink usw	370 min
03.07.2024	Recherche und Sensoren Implementierung	340 min	25.09.2024	Verhandeln mit Taner Schenker	30 min
04.07.2024	Sensoren Implementierung	360 min	26.09.2024	3D Modellierung Fertigstellung	210 min
05.07.2024	Teambesprechung	120 min	27.09.2024	Kontaktaufnahme mit Taner Schenker	90 min
05.07.2024	Recherche der Powerbank	20 min	28.09.2024	Klären was mit dem 3D Modell des PicoAPRS ok ist	60 min
05.07.2024	Recherche und bestellung	120 min	28.09.2024	Einrichtung der Storage Box	60 min
06.07.2024	Implementierung der Kameras	240 min	04.10.2024	APRS Debugging	240 min
06.07.2024	Meeting mit Amateur Funker Helmut	10 min	05.10.2024	Ortverbandtreffen des DARC	120 min
07.07.2024	Implementierung der Kameras	300 min	06.10.2024	APRS Direct mit AX.25 testen	300 min
07.07.2024	Recherche	50 min	09.10.2024	VPN Einrichten	30 min
08.07.2024	Anderen Ansatz an die Kameras testen	200 min	11.10.2024	APRS Two Way Testing	360 min
09.07.2024	Anderen Ansatz an die Kameras testen	100 min	13.10.2024	Box mit Silica Gel ausstatten	60 min
09.07.2024	Löten und Implementieren der analogen Sensoren	270 min	13.10.2024	Kältetest Vorbereitung	90 min
10.07.2024	Kamera Tests	180 min	16.10.2024	Kältetest	200 min
10.07.2024	Runcam Einrichtung	240 min	18.10.2024	Auswertung	240 min
11.07.2024	Acryl Lasercut	90 min	23.10.2024	Hochladen der Videos des Kältetests	150 min
11.07.2024	Kapsel Layout Planung	45 min	24.10.2024	OnShape Drawings	60 min
11.07.2024	Funkeinweisung bei Helmut	120 min	25.10.2024	Event Trailex Mission Map	240 min
12.07.2024	Teambesprechung	120 min	27.10.2024	Grafana Dashboard auf großem Bildschirm	60 min
13.07.2024	APRS Recherche	120 min	18.10.2024	Map und Kabel in Blender	90 min
13.07.2024	Telefonat mit Marko	20 min	30.10.2024	Map in Blender	300 min
13.07.2024	Python Library Suche für TNC KISS	20 min	01.11.2024	Alles, aber auch irgendwie nicht :/	720 min
14.07.2024	KISS TNC Tests	70 min	02.11.2024	Stromversorgung und Funk Optimierung bei Helmut	300 min
14.07.2024	Recherchen zu APRS.fi	30 min	04.11.2024	Temperaturanalyse und Mastertest	360 min
14.07.2024	Erste Tests mit Python	120 min	07.11.2024	Vorbereitung Kühlungsoperation	60 min
14.07.2024	Overclocking des Pi's recherchieren	70 min	10.11.2024	OBS Stream Audio Test	90 min
14.07.2024	Testen des Overclocks auf dem Pi	60 min	11.11.2024	Kühlsystem und Funkgerät bei Helmut	420 min
15.07.2024	Experimente Planung	30 min	13.11.2024	Kurzgesagt Musikanfrage	60 min
15.07.2024	ifm Filament Lieferung	90 min	14.11.2024	3D Modellierung des optimierten DC DC Wandlers	240 min
15.07.2024	Kapsel Antennen, Kamera und Sensoren Montage	120 min	15.11.2024	Blender und Onshape	150 min
15.07.2024	APRS Teststation	60 min	15.11.2024	Vollständige Teambesprechung mit Startplanung	150 min
15.07.2024	Kabel Layout Dokumentation	90 min	16.11.2024	Blender Physik Simulation	300 min
15.07.2024	Teamlisten Aktualisierung	45 min	17.11.2024	Blender Physik Simulation und Szenenplanung	600 min
16.07.2024	Kamera Test	60 min	18.11.2024	Blender Physik Simulation und 3D Optimierung	480 min
16.07.2024	Sensoren Kabelmanagement	90 min	19.11.2024	Antennen Logistik und Startplanung	150 min
16.07.2024	Sensoren Test	90 min	20.11.2024	Jugend forscht und Planung der Generalprobe	150 min
16.07.2024	Teambesprechung	60 min	21.11.2024	Antennen Abholen	90 min
16.07.2024	Headless Betriebssystem Einrichtung	90 min	22.11.2024	Planung der Generalprobe	270 min
16.07.2024	USB Hub Experiment	270 min	23.11.2024	Generalprobe	300 min
17.07.2024	USB Hub Experiment	90 min	24.11.2024	Epic Mountain, Balloonauten und Event Trailer	600 min
18.07.2024	APRS Recherche	30 min	25.11.2024	Funktest	70 min
18.07.2024	APRS mit KISS TNC testen	40 min	26.11.2024	Abbau Mission Control und Event Trailer	60 min
22.07.2024	Teambesprechung	30 min	27.11.2024	Event Trailex Besprechung	400 min
23.07.2024	Scheidegg Fahrt	70 min	28.11.2024	Startplanung mit Helmut	420 min
23.07.2024	Euronics Einkauf	40 min	29.11.2024	Funktest	120 min
23.07.2024	LTE Router Einrichtung	120 min	30.11.2024	Recherche MikroTik	150 min
23.07.2024	APRS Teststation	60 min	03.12.2024	Recherche MikroTik und Planung mit Helmut	500 min
23.07.2024	Mission Control Aufbau	210 min	06.12.2024	Teambesprechung und Funktest 4	90 min
23.07.2024	APRS Implementierung	45 min	07.12.2024	Auswertung Funktest 4	90 min
23.07.2024	Kapsel Zusammenbau	150 min	14.12.2024	LTE Recherche	660 min
24.07.2024	DC Kabel Löten	60 min	15.12.2024	Funktest 5	240 min
24.07.2024	APRS bei Helmut	330 min	20.12.2024	Cable Management optimiert	300 min
25.07.2024	APRS Lösungsansatz umsetzen	90 min	21.12.2024	Sensoren reparieren	540 min
25.07.2024	APRS testen	60 min	21.12.2024	Funktest 6	60 min
25.07.2024	Komplettest der Box und Infrastruktur	600 min	22.12.2024	Upload Video, Foto, Telemetrie	60 min
29.07.2024	Video-Encoding und Speichern	360 min	25.12.2024	Dokumentation Planung	120 min
29.07.2024	Teambesprechung	120 min	26.12.2024	Vorbereitung für Sensoren Experimente	200 min
29.07.2024	Spot Trace Test auf dem See	300 min	26.12.2024	Sensoren Experimente	150 min
31.07.2024	Teambesprechung	120 min	26.12.2024	Diagramm Besprechung	60 min
01.08.2024	Noch einen neuen Ansatz an Video-Encoding	260 min	27.12.2024	Sensoren Experimente	300 min
19.08.2024	Kapsel Platzmanagement Optimierung	240 min	28.12.2024	Remote Desktop Debugging	240 min
20.08.2024	Kapsel Platzmanagement Optimierung	420 min	02.01.2025	Dokumentation Layout und Cover	540 min
22.08.2024	Kapsel Platzmanagement Optimierung und Testing	210 min	03.01.2025	Dokumentation und Sensoren Debugging	600 min
30.08.2024	Löten der Multiplexer und Kabelmanagement	400 min	04.01.2025	Mastertest	540 min
31.08.2024	Löten der Multiplexer und Kabelmanagement	330 min	05.01.2025	Neues Lüfterdesign für optimales Kühlungskonzept	420 min
31.08.2024	GPS Sensor Debugging und Film Test	200 min	06.01.2025	Kühlungsoptimierung und Mastertest	60 min
01.09.2024	3D CAD Modellierung Grundbau	300 min	07.01.2025	Teambesprechung, Flugplanung, Sensoranalyse	30 min
02.09.2024	3D CAD Modellierung Sensoren / Kameras	300 min	08.01.2025	Walkie-Talkie Test, Flugplanung	240 min
02.09.2024	Höhenberechnung via Luftdruck	60 min	09.01.2025	Diagramme übersetzt und Dokumentation	180 min
03.09.2024	3D CAD Modellierung Sensoren / Raspi / Powerbank	600 min	10.01.2025	Cloud und Personaltest	540 min
06.09.2024	Abbau Mission Control	270 min	12.01.2025	Flugplanung, Trailer Thumbnail, Website Sideview	420 min
06.09.2024	Löten des neuen GPS Sensors	90 min	13.01.2025	Website und Trailer Polishing und ANNOUNCEMENT	600 min
06.09.2024	Outdoor-Test aller Systeme mit Fokus auf GPS	180 min	14.01.2025	Logo, Spektralsensor, Ordnung hergestellt, Server	500 min
08.09.2024	Aufräumen des Onshape workspaces	240 min	15.01.2025	Aufräumen der Lagerboxen, Test der MC, Grafana fi	600 min
09.08.2024	Aufräumen des Onshape workspaces	300 min	16.01.2025	Flug	500 min
09.08.2024	APRS Analyse und Forschung mit Helmut	210 min	18.01.2025	Dokumentation und Diagramme	360 min
11.09.2024	APRS Analyse und Forschung mit Helmut	210 min	19.01.2025	Dokumentation und Diagramme	360 min



Nikolas Beyer (706,92 Stunden)

17.05.2024	Teambesprechung	60 min	18.07.2024	Webcam Neuimplementation	300 min
17.05.2024	Wordpress Migration für die Homepage	90 min	18.07.2024	Streamoverlay Design	60 min
18.05.2024	Homepage Design	150 min	19.07.2024	Teambesprechung	90 min
23.05.2024	Kapsel Teaser Planung	90 min	19.07.2024	Streamoverlay Implementierung	60 min
25.05.2024	Homepage Design	30 min	19.07.2024	Teambesprechung	180 min
25.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt	240 min	20.07.2024	APRS API	60 min
26.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt und Rendering	90 min	20.07.2024	FFmpeg Experimente	150 min
27.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt und Rendering	240 min	20.07.2024	PicoAPRS Recherche	180 min
28.05.2024	Kapsel Teaser Fertigstellung	60 min	20.07.2024	PicoAPRS Experimente	120 min
28.05.2024	Homepage Polishing und SEO Registrierung	120 min	20.07.2024	FFmpeg Experimente	180 min
29.05.2024	YouTube Kanal Einrichtung	90 min	21.07.2024	Grafana Dashboard Streams	180 min
08.06.2024	Mission Teaser Upload	30 min	21.07.2024	PicoAPRS Experimente	30 min
20.06.2024	Raspberry Pi Erstinstallation	40 min	21.07.2024	Antennen Ausrichtung Vorbereitung	45 min
21.06.2024	Teambesprechung	120 min	21.07.2024	YouTube Stream Einrichtung	60 min
22.06.2024	Wir BASTELN Upload	30 min	22.07.2024	Teambesprechung	45 min
26.06.2024	Sponsoren auf YouTube Kanal und Homepage	20 min	22.07.2024	Systemd Restart Konfiguration	45 min
25.06.2024	Meeting mit Amateurfunker Helmut	30 min	22.07.2024	Spot Collector Merge	90 min
29.06.2024	APRS Recherche	90 min	22.07.2024	Service Monitoring	90 min
29.06.2024	Hamradio Messe Friedrichshafen	360 min	22.07.2024	MikroTik Einrichtung	150 min
10.07.2024	Kamera test	180 min	23.07.2024	Grafana Dashboard Antenne	150 min
30.06.2024	Homepage Post zum Sponsoring	20 min	23.07.2024	Scheidegg Fahrt	70 min
30.06.2024	Homepage Polishing	30 min	23.07.2024	Euronics Einkauf	40 min
30.06.2024	Planung der technischen Architektur	120 min	23.07.2024	LTE Router Einrichtung	120 min
01.07.2024	Teambesprechung	120 min	23.07.2024	APRS Teststation	60 min
02.07.2024	Sensoren Implementierung bei Valentin	240 min	23.07.2024	Mission Control Aufbau	210 min
03.07.2024	Sensoren Recherche	90 min	23.07.2024	APRS Implementierung	45 min
03.07.2024	Sensoren Implementierung bei Valentin	300 min	23.07.2024	Kapsel Zusammenbau	200 min
04.07.2024	Komponenten Abholung	20 min	24.07.2024	Streamoverlay	300 min
04.07.2024	Sensoren Implementierung bei Valentin	360 min	24.07.2024	APRS Implementierung	120 min
04.07.2024	Kosten und TODO Planung	15 min	24.07.2024	Mission Control Einrichtung	240 min
05.07.2024	Teambesprechung	120 min	24.07.2024	APRS Forschung bei Helmut	300 min
06.07.2024	Recherche und Bestellung	120 min	25.07.2024	Komplettest der Box und Infrastruktur	720 min
06.07.2024	Kamera Implementierung bei Valentin	240 min	26.07.2024	Teambesprechung	90 min
06.07.2024	Meeting mit Amateurfunker Helmut	10 min	29.07.2024	Video Encoding	90 min
07.07.2024	Kamera Implementierung bei Valentin	300 min	29.07.2024	Teambesprechung	90 min
07.07.2024	Worklog Tabelle	120 min	30.07.2024	Spot Trace Test auf dem See	300 min
08.07.2024	Social Media und Homepage Optimisierung	30 min	31.07.2024	Spot Trace und Runcam Recherche	60 min
08.07.2024	Data Manager Modul Implementierung	90 min	31.07.2024	Teambesprechung	120 min
08.07.2024	MikroTik Router Experimente	180 min	01.08.2024	Dashboard Einrichtung	180 min
09.07.2024	MikroTik Router Experimente	90 min	02.08.2024	Analyse Video-Encoding	20 min
09.07.2024	Löten und Implementieren der analogen Sensoren	270 min	10.08.2024	Verschiedenste Software Optimierungen	80 min
10.07.2024	MikroTik Router Experimente	60 min	11.08.2024	Vorbereitung Projektvorstellung in China	180 min
10.07.2024	Runcam Einrichtung	240 min	12.08.2024	Vorbereitung Projektvorstellung in China	90 min
11.07.2024	Acryl Lasercut	90 min	20.08.2024	Präsentation Projektvorstellung in China	30 min
11.07.2024	Kapsel Layout Planung	45 min	22.08.2024	Kapsel Platzmanagement Optimierung	390 min
11.07.2024	Funkeinweisung bei Helmut	120 min	25.08.2024	Kapsel Platzmanagement Optimierung und Testing	210 min
12.07.2024	APRS Recherche	60 min	31.08.2024	Teambesprechung	30 min
12.07.2024	Cloud Architektur Planung	60 min	01.09.2024	GPS Sensor Debugging und Film Test	200 min
12.07.2024	Teambesprechung	120 min	01.09.2024	Kapselaufnahmen Bilder und Maße	180 min
12.07.2024	Display Countdown Layout Optimierung	90 min	01.09.2024	Kapselaufnahmen Videos	40 min
12.07.2024	Streamoverlay Design Planung	120 min	01.09.2024	Trailer Planung und Musikschnitt	150 min
13.07.2024	Homepage Post zu Funk, 3D, Lasercut und Video	90 min	02.09.2024	Storage Box Einrichtung	150 min
13.07.2024	Telefonat mit Marko	20 min	02.09.2024	Webcam Neuimplementation	240 min
13.07.2024	Cloud Server Einrichtung	180 min	03.09.2024	Webcam Debugging	240 min
14.07.2024	InfluxDB und Data Manager Implementierung	120 min	03.09.2024	Planung Übertragung der Fotos	120 min
14.07.2024	SRT Streaming Infrastruktur	120 min	03.09.2024	Weitere Softwareoptimierung	180 min
14.07.2024	OBS Server Einrichtung	90 min	06.09.2024	06.09.2024 Abbau Mission Control	240 min
14.07.2024	Teambesprechung	90 min	06.09.2024	Löten des neuen GPS Sensor	45 min
14.07.2024	Kamera Test	60 min	06.09.2024	Outdoor-Test aller Systeme mit Fokus auf GPS	180 min
14.07.2024	T-Shirt Korrektur	30 min	07.09.2024	Verschiedenste Software Optimierungen	360 min
15.07.2024	SD-Karten Flash	15 min	08.09.2024	Optimierung der Bild- und Videoqualität	300 min
15.07.2024	T-Shirt Bestellung	10 min	09.09.2024	Optimierung der Bild- und Videoqualität	240 min
15.07.2024	Experimente Planung	30 min	10.09.2024	Aufräumen des Repositorys	60 min
15.07.2024	OBS Server Einrichtung	90 min	10.09.2024	Thermalrenderer Planung und Ansatz	120 min
15.07.2024	ifm Filament Lieferung	90 min	11.09.2024	APRS Analyse und Forschung mit Helmut	210 min
15.07.2024	Kapsel Antennen, Kamera und Sensoren Montage	120 min	14.09.2024	Verschiedenste Software Optimierungen	390 min
15.07.2024	APRS Teststation	60 min	15.09.2024	Verschiedenste Software Optimierungen	210 min
15.07.2024	Kabel Layout Dokumentation	90 min	16.09.2024	Webcam Analyse	240 min
16.07.2024	Kamera Test	60 min	18.09.2024	Thermalrenderer Umsetzung und Analyse	180 min
16.07.2024	Sensoren Kabelmanagement	90 min	19.09.2024	Thermalrenderer Stream	120 min
16.07.2024	Sensoren Test	90 min	19.09.2024	Crash Analyse	60 min
16.07.2024	Teambesprechung	60 min	20.09.2024	Teambesprechung	90 min
16.07.2024	Headless Betriebssystem Einrichtung	90 min	22.09.2024	Thermalrenderer und Stream Elements Widgets	300 min
16.07.2024	Powerbank Test	60 min	23.09.2024	Webcam Livestream flüssig	240 min
16.07.2024	Video Backup Module	60 min	24.09.2024	Stream Elements, Console Update, Image Stream	240 min
16.07.2024	Video System Planung	90 min	25.09.2024	Console Update und Grafana Aufräumen	150 min
17.07.2024	Mission Control Console	90 min	27.09.2024	Stream Elements Countdown und Titel	120 min
17.07.2024	Cam Manager	90 min	02.10.2024	Image Stream Caching	40 min
17.07.2024	Vögeli Sponsor Logo Formatierung und Publishing	45 min	03.10.2024	Webcam Offline Modus und USB Port ID	90 min
18.07.2024	Countdown Bildschirm Debugging	90 min	04.10.2024	Ortverbandstreffen und Brainstorming mit Helmut	120 min
18.07.2024	Mission Control Console	90 min	05.10.2024	APRS AX.25 Durchbruch	550 min
18.07.2024	Server Konfiguration für Wireguard Verbindung	90 min	06.10.2024	Webcam Optimierung	330 min
18.07.2024			07.10.2024	Telefonat mit Joachim vom Ortsverband P04	60 min



07.10.2024	APRS Duplex Experimente	240 min	Marko Berezhanskyy (458,92 Stunden)			
08.10.2024	APRS Duplex Experimente	60 min	19.04.2024	Erstbesprechung der Idee	120 min	
09.10.2024	APRS Duplex Experimente und Telefonat mit Taner	90 min	20.04.2024	Planung des Ablaufs	40 min	
11.10.2024	Teambesprechung	90 min	20.04.2024	Recherche der Grundlagen für den Start	120 min	
12.10.2024	APRS Receiver Implementierung und PicoAPRS Port ID150	150 min	21.04.2024	Logo Design	240 min	
13.10.2024	Verschiedenste Bugfixes in der Frühschicht	180 min	22.04.2024	Weiterentwicklung des Konzepts	30 min	
13.10.2024	Kältestest	200 min	22.04.2024	Überprüfung der Ideen auf Realisierbarkeit	180 min	
16.10.2024	Auswertung	240 min	23.04.2024	Sammlung der Ideen für Sensoren	30 min	
23.10.2024	Grafana Dashboard Optimierung	90 min	23.04.2024	Aufstellung der Liste der Sensoren	40 min	
24.10.2024	Grafana Dashboard Optimierung	180 min	24.04.2024	Aufstellung der Kostenliste	80 min	
25.10.2024	Grafana Dashboard auf großem Bildschirm	60 min	24.04.2024	Recherche der Trackingmöglichkeiten	60 min	
26.10.2024	Grafana Dashboards und APRS Optimierung	90 min	17.05.2024	Leitung der Teambesprechung (+Planung)	60 min	
27.10.2024	Stream Manager und Console Optimierung	240 min	17.05.2024	Homepage Entwurf	40 min	
28.10.2024	Werkzeug Skripte aktualisiert	180 min	18.05.2024	Homepage Design	150 min	
29.10.2024	Soundmodem TNC und Daten Upload	240 min	19.05.2024	Design Gehäuse	240 min	
30.10.2024	Alles, aber auch irgendwie nicht :/	720 min	23.05.2024	Kapsel Teaser Planung	120 min	
31.10.2024	Dokumentation technische Architektur Diagramm	120 min	24.06.2024	Planung der Teamkonstellation	90 min	
01.11.2024	Stromversorgung und Funk Optimierung bei Helmut	300 min	25.05.2024	Homepage Design	30 min	
02.11.2024	Druckberechnung und Kamerawechsel	120 min	25.05.2024	Einbringung der Teammitglieder	120 min	
02.11.2024	Temperaturanalyse und Mastertest	300 min	25.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt	240 min	
04.11.2024	Image Stream Optimierung	120 min	25.05.2024	Kapsel Teaser Planung	40 min	
06.11.2024	OBS Audio Stream Einrichtung	300 min	26.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt und Rendering	90 min	
07.11.2024	OBS Audio Stream Test	120 min	27.05.2024	Kapsel Teaser Schnitt und Rendering	240 min	
08.11.2024	Soundanlagen Einrichtung	180 min	27.06.2024	Besprechung mit Dr. Andre Scheirl	40 min	
10.11.2024	Event Trailer Mission Szene	360 min	28.05.2024	Kapsel Teaser Fertigstellung	60 min	
11.11.2024	Indoor Wärmetest	180 min	28.05.2024	Brief an die Sponsoren	240 min	
12.11.2024	Funkgespräch Sounddesign	150 min	29.05.2024	Auswahl der Sponsoren	250 min	
13.11.2024	GitHub Wiki, PicoAPRS Packets, APRS Collector	240 min	28.05.2024	Homepage Polishing und SEO Registrierung	120 min	
14.11.2024	Blender Aufräumen der Szene und Balloonauten	210 min	29.05.2024	YouTube Kanal Einrichtung	90 min	
15.11.2024	Vollständige Teambesprechung mit Startplanung	150 min	30.05.2024	Beratung mit der Parnerkoordinatorin	40 min	
15.11.2024	Blender Aufräumen der Szene	300 min	30.05.2024	Anfrage Liebherr Electronic and Drives	30 min	
16.11.2024	Blender Texturen und Szenenplanung	660 min	30.05.2024	Anfrage Dornier	30 min	
17.11.2024	Blender Physik Simulation und 3D Optimierung	480 min	03.06.2024	Weitere Recherche nach möglichen Sponsoren	60 min	
18.11.2024	Jugend forscht, Startplanung, Blender, Generalprobe	450 min	03.06.2024	FCI Anfrage	50 min	
19.11.2024	Soundanlage, Jugend forscht, Generalprobe	180 min	06.06.2024	Rüters Anfrage	30 min	
22.11.2024	Generalprobe	210 min	06.06.2024	Liebherr Electronic and Drives Erinnerung	20 min	
23.11.2024	Event Trailer Szenen	210 min	06.06.2024	Recherche der möglichen Sponsoren	70 min	
24.11.2024	Funkttest und Event Trailer	480 min	06.06.2024	Sparkasse Anfrage	60 min	
25.11.2024	Event Trailer Blender und Davinci Resolve	420 min	06.06.2024	AK Produktionstechnik Anfrage	20 min	
26.11.2024	Event Trailer Blender und Davinci Resolve	420 min	07.06.2024	Diehl Aerospace Anfrage	20 min	
27.11.2024	Startplanung mit Helmut	45 min	10.06.2024	Mission Teaser Upload	30 min	
28.11.2024	Funkttest	300 min	11.06.2024	Airbus (Bodensee Arena) Anfrage	20 min	
29.11.2024	LTE und Funttest	420 min	12.06.2024	Sparkasse Erinnerung	30 min	
30.11.2024	Kompression des 3D Modells für Online Showroom	240 min	12.06.2024	AK Produktionstechnik Erinnerung	30 min	
02.12.2024	Wetteranalyse und Online Showroom Experimente	90 min	13.06.2024	Diehl Aerospace Erinnerung	30 min	
03.12.2024	Planung mit Helmut und Online Showroom	90 min	13.06.2024	Airbus (Bodensee Area) Erinnerung	30 min	
06.12.2024	Teambesprechung und Funttest 4	300 min	13.06.2024	Diehl Aerospace Erinnerung	30 min	
07.12.2024	Auswertung Funttest 4	90 min	13.06.2024	AK Produktionstechnik Erinnerung	30 min	
15.12.2024	Funttest 5	540 min	14.06.2024	Recherche der möglichen Sponsoren	80 min	
21.12.2024	MikroTik Statistiken	300 min	17.06.2024	Recherche der benötigen Geräten	40 min	
21.12.2024	Funttest 6	540 min	17.06.2024	Liebherr Electronic and Drives Erinnerung	30 min	
22.12.2024	Dokumentation Planung	120 min	17.06.2024	Linde Tettnang Anfrage	20 min	
23.12.2024	Ground Diagramm	150 min	17.06.2024	Thomann Anfrage	20 min	
25.12.2024	Cloud Diagramm	180 min	17.06.2024	Linde Tettnang Errinerung	30 min	
26.12.2024	Communication Diagramm	240 min	18.06.2024	Liebherr Aerospace Anfrage	20 min	
02.01.2025	Dokumentation Layout und Cover	500 min	18.06.2024	MTU Anfrage	20 min	
03.01.2025	Dokumentation und Sensoren Debugging	600 min	18.06.2024	Duwe 3D Anfrage	20 min	
04.01.2025	Masterstest	540 min	19.06.2024	Thomann Erinnerung	30 min	
05.01.2025	Kühlungssteuerung, Portrait Trailer, Bugfixes	360 min	19.06.2024	Liebherr Electronic and Drives Erinnerung	30 min	
06.01.2025	Kühlungsoptimierung, Masterstest, Portrait Trailer	420 min	19.06.2024	Liebherr Aerospace Erinnerung	30 min	
07.01.2025	Teambesprechung, Flugplanung	45 min	22.06.2024	Optimierung des Gehäuse	90 min	
08.01.2025	Walkie-Talkie Test, Flugplanung	30 min	22.06.2024	MTU Erinnerung	30 min	
09.01.2025	Cloud Infrastruktur neugemacht	420 min	23.06.2024	Duwe 3D Erinnerung	30 min	
10.01.2025	Cloud und Personaltest	180 min	23.06.2024	Teambesprechung (+Planung)	150 min	
12.01.2025	Flugplanung, Trailer Thumbnail, Website Sideview	540 min	23.06.2024	Klärung der Unterlagen für Rüters Stiftung	120 min	
13.01.2025	Mission Control Aufbau	90 min	24.06.2024	Besprechung mit Rüters Stiftung	30 min	
13.01.2025	Website und Trailer Polishing und ANNOUNCEMENT	420 min	24.06.2024	Kontakt der Amateurfunker	30 min	
14.01.2025	Mission Control Aufbau	150 min	24.06.2024	Treffen mit dem Amateurfunkerteam	80 min	
14.01.2025	Logo, Spektralsensor, Server fix, Video Upload	300 min	25.06.2024	Besprechung der Aufnahmetechnik	40 min	
15.01.2025	OBS-server, Homepage, Test der MC, Grafana fixes	780 min	26.06.2024	Sponsoren auf YouTube Kanal und Homepage	20 min	
16.01.2025	Flug, statment	540 min	26.06.2024	APRS Recherche	90 min	
18.01.2025	Dokumentation und Diagramme	360 min	28.06.2024	Hamradio Messe Friedrichshafen	360 min	
19.01.2025	Dokumentation und Diagramme	360 min	28.06.2024	Besprechung der auf der Messe erhaltenen Infos	40 min	
20.01.2025	Abschließen der Schriftlichen Arbeit	360 min	28.06.2024	Homepage Post zum Sponsoring	10 min	
			30.06.2024	Homepage Polishing	30 min	
			30.06.2024	Planung der technischen Architektur	30 min	
			01.07.2024	Leitung der Teambesprechung (+Planung)	120 min	
			02.07.2024	Anpassung des 3D-Modells an die Teile	120 min	
			02.07.2024	Besprechung und Planung des Livestreams	120 min	
			05.07.2024	Abholung des Filaments und der Technik	120 min	
			03.07.2024	Gestaltung der Akkuhalterung	120 min	
			03.07.2024	Gestaltung der Kamerahalterung (RunCam)	50 min	



04.07.2024	Erstellung des Briefs an die Medien	150 min	06.12.2024	Durchführung vom Teamtreffen und Einarbeitung	180 min
05.07.2024	Planung und Durchführung des Teammeetings	120 min	06.12.2024	Funkttest 4	400 min
06.07.2024	Optimierung des Gehäuses	150 min	07.12.2024	Auswertung Funttest 4	90 min
07.07.2024	Besprechung des Livestreams / Layouts mit Till Pudlo	80 min	21.12.2024	Funkttest Besprechung	60 min
08.07.2024	Besprechung der Medien mit der Schulleiterin	30 min	22.12.2024	Dokumentation Planung	120 min
08.07.2024	Gestaltung des Posters	140 min	24.12.2024	Frohe Weihnachten	120 min
09.07.2024	Erstellung des Countdowns	70 min	26.12.2024	Diagramm Besprechung	60 min
09.07.2024	Auswahl des Lieferanten für die T-Shirts	80 min	02.01.2025	Dokumentation Layout und Cover	400 min
10.07.2024	Gestaltung der Vorderseite des T-Shirt	90 min	07.01.2025	Teambesprechung, Flugplanung	60 min
10.07.2024	Auswertung der Medienarbeit	30 min	08.01.2025	Walkie-Talkie Test, Flugplanung, Website Header	150 min
10.07.2024	Erstellung des Mission Updates	40 min	12.01.2025	Flugplanung	60 min
11.07.2024	Kontakt der Lindauer Zeitung	30 min	13.01.2025	Mission Control Aufbau	90 min
11.07.2024	Kontakt der BR24	50 min	13.01.2025	Website und Trailer Polishing und ANNOUNCEMENT	60 min
11.07.2024	Optimierung des 3D-Modells	340 min	14.01.2025	Mission Control Aufbau	270 min
11.07.2024	Besprechung mit der Technikleitung	15 min	14.01.2025	Sponsoren und Nachrichten kontaktiert, Poster	120 min
12.07.2024	Teambesprechung und Planung	240 min	15.01.2025	Email, MC testen, Moderations Probe, Flugplanung	500 min
12.07.2024	Besprechung des 3D-Modells mit Andre Scherl	30 min	16.01.2025	Flug, statment	540 min
12.07.2024	3D-Druck des unteren Teils des Gehäuses	240 min	18.01.2025	Dokumentation und Diagramme	240 min
13.07.2024	Gestaltung der hinteren Seite des Gehäuses	150 min	19.01.2025	Dokumentation und Diagramme	120 min
13.07.2024	Testing des gedruckten Teils des Modells	120 min	20.01.2025	Abschließen der Schriftlichen Arbeit	360 min
13.07.2024	Optimierung der Designs für die T-Shirts	50 min			
14.07.2024	3D-Druck der Akkuhalterung	40 min			
14.07.2024	Modellierung der Kamerahalterung	60 min			
14.07.2024	Beratung von einem 3D-Druckexperten	40 min			
14.07.2024	Besprechung der Bestellung der T-Shirts	70 min			
14.07.2024	Testing und optimierung der Akkuhalterung	80 min			
15.07.2024	Erstellung des Mission Updates	40 min			
17.07.2024	Reise in den Seeforschungsinstitut	200 min			
17.07.2024	Erstellung des Aufstiegsdiagrams	240 min			
18.07.2024	Erstellung des Ballondiagrams	240 min			
18.07.2024	Optimierung des Posters	150 min			
19.07.2024	Teambesprechung (+Planung)	300 min			
20.07.2024	Durchplanung des Starts	240 min			
21.07.2024	Erstellung des Vortrags	600 min			
22.07.2024	Kontakt der Sponsoren und Zeitungen	90 min			
22.07.2024	Planung und Organisation des Starts	240 min			
22.07.2024	Teambesprechung(+Planung)	200 min			
23.07.2024	Organisation des Kameracrews	120 min			
23.07.2024	Aufbau des Mission Control	360 min			
23.07.2024	Gestaltung des Mission Control Posters	120 min			
24.07.2024	Fertigstellung des Mission Controls	360 min			
24.07.2024	Organisation des Teams für den Start	120 min			
24.07.2024	Erstellung der Protokolle	90 min			
24.07.2024	OBI-Ausflug	40 min			
24.07.2024	Kontakt der Sponsoren und Zeitungen	90 min			
25.07.2024	Komplettest der Box und Infrastruktur	600 min			
26.07.2024	Teambesprechung (+Planung)	90 min			
27.07.2024	Erstellung des Design Systems	150 min			
29.07.2024	Planung und Besprechung von weiteren Schritten	120 min			
29.07.2024	Spot Trace Test auf dem See	300 min			
30.07.2024	Kontakt von Radio-7	40 min			
31.07.2024	Teambesprechung (+Planung)	120 min			
06.11.2024	PR, Teamplanung, 3D-Druck und UNENDLICH mehr	4500 min			
03.10.2024	Kontakt von Thomann	120 min			
04.10.2024	Ortverbandtreffen des DARC	150 min			
13.10.2024	Kältetest	200 min			
23.10.2024	OnShape Drawings	90 min			
24.10.2024	OnShape Drawings	150 min			
25.10.2024	OnShape Drawings	90 min			
25.10.2024	Teleskop Experiment	180 min			
27.10.2024	Blender Kabel	60 min			
28.10.2024	Blender Kabel	150 min			
01.11.2024	Blender Kabel	180 min			
08.11.2024	Soundanlagen Einrichtung	120 min			
13.11.2024	Blender Kabel	120 min			
14.11.2024	Startplanung und Blender	180 min			
15.11.2024	Vollständige Teambesprechung mit Startplanung	150 min			
16.11.2024	Szenenplanung für Event Trailer	180 min			
17.11.2024	Balloonauten Webseite und Startplanung	270 min			
18.11.2024	Jugend forscht und Planung der Generalprobe	150 min			
19.11.2024	Jugend forscht und Planung der Generalprobe	180 min			
21.11.2024	Webseite und Planung der Generalprobe	90 min			
22.11.2024	Generalprobe	360 min			
23.11.2024	Epic Mountain Musik und Webseite Bugfixes / Layout	210 min			
24.11.2024	Funkttest	600 min			
25.11.2024	Abbau Mission Control	60 min			
26.11.2024	Event Trailer Besprechung	60 min			
29.11.2024	Kontaktliste und Funktest	300 min			
01.12.2024	Online Showroom Embed und Annotations	180 min			
02.12.2024	Wetteranalyse und Online Showroom Experimente	120 min			
03.12.2024	""Was ist Space Balloon"" erstellung"	180 min			
04.12.2024	Planung des Starts und Analyse der Vorhersagen	180 min			
05.12.2024	Planung vom Teamtreffen	120 min			

Felix Berg (118,5 Stunden)

03.05.2024	Teambesprechung/Filmen	90 min
03.05.2024	Recherche Sensoren	180 min
10.05.2024	Teambesprechung/Filmen	90 min
17.05.2024	Teambesprechung/Filmen	90 min
07.06.2024	Teambesprechung/Filmen	90 min
07.06.2024	Mission Trailer Schnitt	180 min
14.06.2024	Teambesprechung/Filmen	90 min
20.06.2024	Mission Update Schnitt	180 min
01.07.2024	Teambesprechung/Filmen	120 min
06.07.2024	Recherche Streammaske	120 min
11.07.2024	Acryl Lasercut Filmen	90 min
11.07.2024	Funkeinweisung bei Helmut	120 min
12.07.2024	Teambesprechung	120 min
12.07.2024	Streamoverlay Layout Planung	60 min
12.07.2024	Schnitt der Streamstartsequenz	180 min
14.07.2024	Streamoverlay Layout Planung	30 min
15.07.2024	OBS Einrichtung	60 min
15.07.2024	Musik Playlist Zusammenstellung	60 min
16.07.2024	Grafana Dashboard Einrichtung	120 min
18.07.2024	Musik Video	30 min
19.07.2024	Teambesprechung	120 min
19.07.2024	APRS API	240 min
22.07.2024	Teambesprechung	120 min
23.07.2024	Streameinrichtung und Mission Control Vorbereitung	120 min
24.07.2024	Streameinrichtung und Mission Control Vorbereitung	120 min
25.07.2024	Streameinrichtung und Mission Control Vorbereitung	120 min
26.07.2024	Teambesprechung	60 min
01.09.2024	Einrichtung Storage Box	60 min
01.11.2024	Stromversorgung und Funk Optimierung bei Helmut	300 min
06.11.2024	Einrichtung Remote Desktop	30 min
07.11.2024	OBS Stream Audio Test	90 min
08.11.2024	Soundanlagen Einrichtung	90 min
15.11.2024	Vollständige Teambesprechung mit Startplanung	150 min
16.11.2024	Kältetest Video Planung	90 min
17.11.2024	Kältetest Video	300 min
19.11.2024	Soundaufbau	120 min
22.11.2024	Generalprobe	210 min
26.11.2024	Event Trailer Besprechung	60 min
07.01.2025	Teambesprechung	30 min
10.01.2025	Cloud und Personaltest	180 min
	Nachtrag	2400 min

Team (2340 Stunden)

20 Mitglieder x 20 Treffen je 60 Minuten 24000 min



