Ein Erfahrungsbericht

Mission Stratosphäre

Florian Wolters, DF2ET

Durch einen privaten Kontakt zu einem Mitarbeiter der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen erhielt ich Informationen über ein Projekt, in dem ein Stratosphärenballon mit Amateurfunknutzlast gestartet werden sollte. Bis dato hatte ich noch nie mit so etwas zu tun gehabt, nun bereitete ich meine Station für den Empfang vor.

Angefangen hat alles damit, dass mein Nachbar die provisorisch installierten Antennen auf unserem Balkon gesehen hatte und an der Tür klingelte. Er stellte sich vor und befragte mich zu unserem Hobby. Alsbald kam heraus, dass er an der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen zusammen mit Studenten im Labor von Udo, DH6YAU, (DOK N50) als Lehrstuhlinhaber, an einem Stratosphärenballon mit Amateurfunknutzlast arbeitete. Das weckte sofort mein Interesse und ich erkundigte mich nach den Details.

Die Mission

Hintergrund der Mission war, dass im Rahmen der Master-Veranstaltung „Angewandte Kommunikationstechnik" das vermittelte Wissen praktisch umgesetzt werden sollte. Neben der Sensorik, bestehend u.a. aus Geiger-Müller-Zähler und Spektrometer, sollten eine Kamera sowie ein APRS-Sender an Bord der Sonde sein. Der APRS-Sender sollte auf 144,800 MHz arbeiten, der Downlink der Telemetrie sollte im 70-cm-Band sein. Weitere Details – insbesondere zur Telemetrie – wollte man zu dem Zeitpunkt noch nicht bekanntgeben. Der Ballon sollte am 7. Februar 2015 starten. Weitere Details würde ich erhalten, wenn der Start tatsächlich anstünde. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte ich von (Stratosphären-)Ballons mit Amateurfunknutzlast höchstens gehört oder gelesen. Da dies nun aber quasi um die Ecke stattfinden sollte, wollte ich unbedingt die Gelegenheit nutzen und mich mit der Materie beschäftigen.

Von meinem Nachbarn erhielt ich einen Link auf die Webseiten der Hochschule [1], wo viele weitere Informationen, z.B. Schaltpläne, zu dem Projekt zu finden sind. Unter anderem ist dort zu lesen, dass die Nutzlast im Wesentlichen aus einem Raspberry Pi (RPi) besteht, der für die Steuerung zuständig ist sowie mittels TNC-Pi [2] die Telemetrie aussendet.

Einrichtung der Empfangsstation

Leider wurde der Start des Ballons wegen schlechten Wetters verschoben. Am 7. März erhielt ich eine weitere E-Mail, in der der erneute Start des Ballons für den nächsten Morgen um 10 Uhr Lokalzeit angekündigt wurde. Die APRS-Nutzlast sei auf 144,800 MHz unter dem Rufzeichen DN4GB-11 QRV, zudem sei eine weitere Nutzlast in SSDV mit 10 mW auf 434,650 MHz. Diese Info verteilte ich dann gleich weiter auf den OV-Mailverteiler. Bis dato noch nie von „SSDV" gehört, nahm ich an, dass es sich um einen Tippfehler handelte und SSTV gemeint war. Durch Zufall bei Google eingegeben, kam ich aber schnell darauf, dass tatsächlich SSDV und nicht SSTV gemeint war. Wenn ich die Webseite der FH genauer gelesen hätte, dann hätte ich auch erkannt, dass hier Bilddaten mittels SSDV in RTTY zur Bodenstation übertragen werden sollten.

Meine weitere Recherche zu dem Thema förderte dann eine recht aktive Community in England zu Tage, die sich mit dem Thema „High Altitude Ballooning (HAB)" auseinandersetzt. Die Webseite der UK High Altitude Society (UKHAS) ist unter [3] zu finden. Hier fand ich auch die notwendigen Informationen, um das SSDV-Signal empfangen und verarbeiten zu können. Die Aussendungen in APRS wollte ich ebenfalls verfolgen. Dafür war ich allerdings mit einem bereits eingerichteten TNC2multi an einem Icom IC-2820H funktionsfähig ausgestattet. Bis tief in die Nacht hinein (der Ballon sollte ja am nächsten Morgen bereits starten) las ich mich in das Thema ein und bereitete meine Station für den Empfang vor. Die SSDV-Signale wollte ich mit meinem microKEYER II am IC-706 MK2G decodieren. Die dafür notwendige Software fand ich auf den Webseiten der UKHAS. Dort gibt es unter anderem eine modifizierte Version des bekannten Multimode-Programms fldigi unter dem Namen dl-fldigi [4]. Es handelt sich um eine Erweiterung von fldigi, mit der die per SSDV empfangenen Daten decodiert und die Bilder direkt angezeigt werden können. Das Programm ließ sich auf meinem Linux-Rechner problemlos übersetzen und einrichten. Es ist sogar eine automatische Konfiguration der Betriebsparameter vorgesehen, die aus einer Datenbank mit Flügen der UKHAS gespeist wird. Für die DN4GB-11 Mission lagen allerdings leider keine Daten vor. So war ich auf den Erhalt dieser Information vom Ballonteam angewiesen. Da ich leider so schnell zwar einen Raspberry Pi, aber kein 70-cm-Sendemodul zur Hand hatte, konnte ich das Setup am Abend nicht weiter testen.

Startvorbereitungen

Am nächsten Morgen erreichte mich die E-Mail mit den Betriebsparametern. Die Übertragung sollte in RTTY mit 600 Bit/s, 610 Hz Shift, 8 Datenbits, keiner Parität und 0 Stopbits erfolgen. Diese Parameter stellte ich von Hand in dl-fldigi ein. Um die zusätzlichen HAB-Funktionen des Programms zu nutzen, musste dieses mit dem Parameter „-hab" aufgerufen werden. Es erscheint eine Programmoberfläche von fldigi mit ein paar Erweiterungen **(Bild 1)**. Die zusätzliche Leiste erlaubt die Auswahl eines Flugs und mittels dieser Daten eine

Originalaufnahme, die während der Stratosphärenmission DN4GB-11 von der Bordkamera aufgenommen wurde

iGates
sind APRS Digipeater, die die empfangenen Daten zusätzlich ins Internet weiterleiten. Die Anzeige kann z.B. bei www.aprs.fi erfolgen.

IRC
ist das Internet Relay Chat Netzwerk. Es ermöglicht den schriftlichen Nachrichtenaustausch ähnlich wie Converse-Kanäle in Packet Radio.

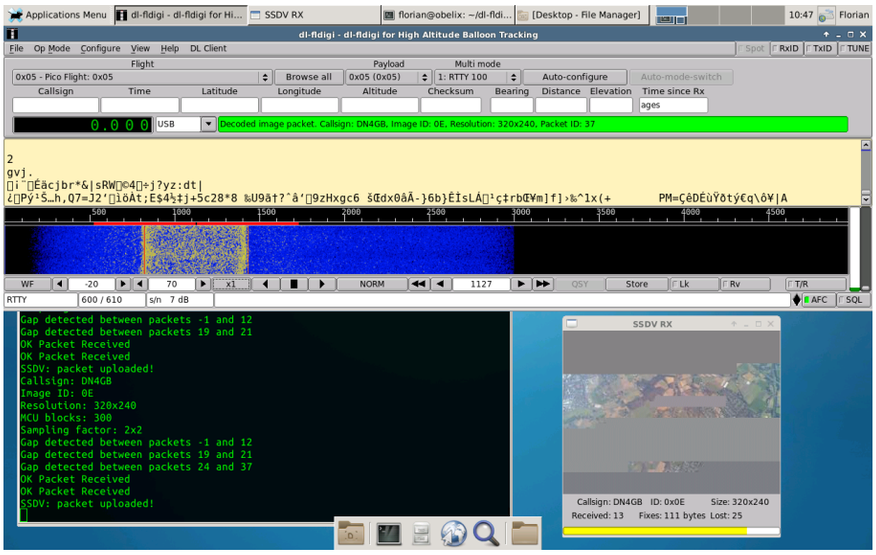


Bild 1: Screenshot der Programmoberfläche von dl-fldigi

automatische Konfiguration der Empfangsparameter. Die decodierten Daten, wie Rufzeichen, Position, Entfernung, Höhe und Richtung werden angezeigt, wenn ein Flug aus der Datenbank verfolgt wird. In diesem Fall musste ich leider darauf verzichten. Einzige Anzeige, ob valide Daten empfangen wurden, ist die grüne Statusleiste, in der das Rufzeichen des Ballons sowie Bild- und Paketnummer angezeigt werden. Per Menü kann ein weiteres Fenster eingeblendet werden, dass die decodierten Bilddaten sofort anzeigt (unten rechts in **Bild 1**).

Per Messenger auf dem Smartphone erfuhr ich am Morgen, dass Ralph, DL2YED, den Sonntagsspaziergang direkt zum Startort verlegt hatte. Er verfolgte die Füllung des Ballons und erkundigte sich nach technischen Details. Vor Ort sprach er auch mit Udo, DH6YAU, und Oliver, DC7OG, der später das Verfolgerfahrzeug fuhr. In der Zwischenzeit waren auch weitere OV-Mitglieder online und verfolgten die Sache per Internet unter www.aprs.fi und per Messenger mit Live Bildern von Ralph, DL2YED, beziehungsweise vom Empfang von mir.

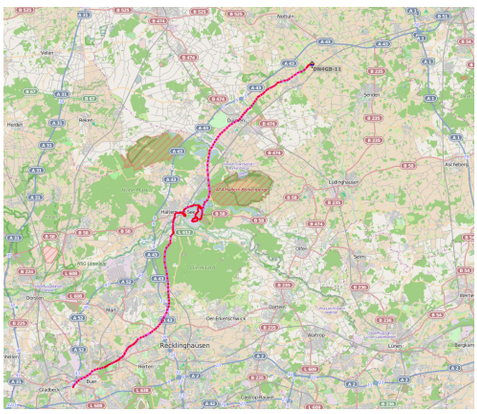


Bild 2: Flugroute von DN4GB-11 auf www.aprs.fi (Karte: (c) Open StreetMap-Mitwirkende, CC BY-SA)

Lift-off

Ralph gab gegen 10.25 Uhr Lokalzeit den Start des Ballons bekannt. Dieser machte gleich zu Beginn einige Höhenmeter gut und wenige Minuten später konnte ich das Signal im Wasserfalldiagramm von dl-fldigi sehen (Bild 1). Der Empfang war einwandfrei trotz der Tatsache, dass meine Antenne (Diamond X-5000) nur auf einem Portabelmast auf dem Balkon steht. Nach etwas Feinjustierung des Empfangsbereiches konnte ich sodann auch die ersten Teilpakete eines Bildes decodieren. Der Ballon flog zu dem Zeitpunkt in etwa 1000 m Höhe und ca. 17 km entfernt. Im Empfangsfenster erschien jede Menge Zeichensalat. Die Statusleiste wurde allerdings grün angezeigt, was auf eine korrekte Decodierung hinwies. Angezeigt wurden hier die binären Nutzdaten des übertragenen Bildes.

Die Flugroute

Die APRS-Positionsbaken verfolgte ich mittels www.aprs.fi **(Bild 2)**. Die umliegenden APRS-Digipeater waren reichlich mit iGates ausgestattet, sodass der Ballon über die gesamte Strecke auch online getrackt werden konnte. Die Flugroute führte über Recklinghausen und Haltern nordöstlich. In Höhe des Halterner Stausees gewann der Ballon in einigen Schleifen noch einmal deutlich an Höhe. Das Maximum war bei etwa 23 000 m erreicht als der Ballon gegen 11.39 Uhr nach etwas mehr als einer Stunde Flugzeit platzte. In den APRS-Telemetriedaten war im weiteren Verlauf ein deutlicher Höhenverlust erkennbar. Dennoch schaffte es der Ballon, etwa noch einmal so viele Kilometer zurückzulegen, wie er bis zu diesem Zeitpunkt hinter sich gelassen hatte.

Am Ende waren es etwa 54 km, als der Ballon zwischen Nottuln und Senden niederging. Das kurz nach dem Abflug ebenfalls gestartete Verfolgerfahrzeug konnte ebenfalls online verfolgt werden. Allerdings waren hier deutlich weniger iGates in Reichweite, sodass der Track mehrere Unterbrechungen aufwies.

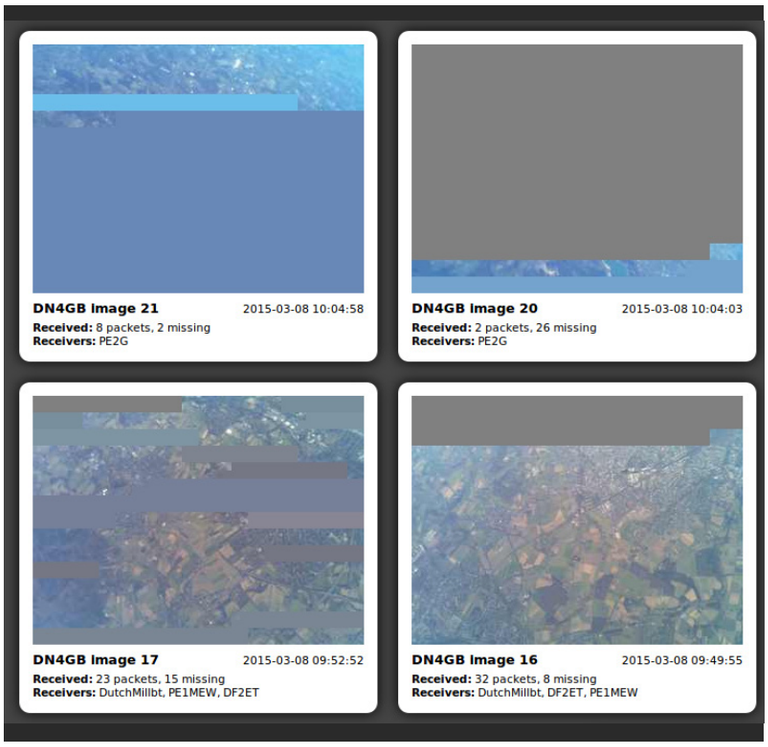


Bild 3: Zusammengesetzte SSDV Bilder in der Datenbank

Die Bodenstation

Ralph besuchte während des Flugs die Bodenstation vor Ort. Es war ein Beamer aufgebaut, der auf einer Karte die aktuelle Position des Ballons darstellte. Auf einem Monitor wurden die ebenfalls im 70-cm-Band empfangenen Telemetriedaten der Sensoren angezeigt. Die Studenten und Mitarbeiter verfolgten die weitere Mission von hier aus.

Ich hingegen wurde zu Hause mit einem weiteren Feature des Programms dl-fldigi überrascht. Das Programm decodiert die Bilder nicht nur, sondern es kann sie auch in eine Datenbank im Netz hochladen [5]. Dort werden die (Teil-)Pakete aller lauschenden Stationen sogar zu kompletten Bildern zusammen gesetzt **(Bild 3)**. Die grau gebliebenen Bereiche stellen Pakete dar, die nicht empfangen wurden oder nicht decodiert werden konnten. Sie fehlen somit am Ende im Bild. Alle Bilder dieser Mission finden sich unter [6].

Weiterhin wird auf einer Webseite ein Tracker angeboten [7], der anzeigt, welche Stationen den Ballon empfangen und die übertragenen Daten decodieren. Außerdem kann der Tracker anzeigen, wie die vorausberechnete Flugroute aussieht und ob der Ballon schon geplatzt ist. Letzeres wird durch einen Fallschirm statt eines Ballons gekennzeichnet. Die Information über den Tracker und die Bilddatenbank übermittelte ich per Messenger an Ralph, der die Information an das Team vor Ort weitergab. Es stellte sich heraus, dass diese Tatsache gar nicht bekannt war und daher mit Freude zur Kenntnis genommen wurde. Die per SSDV übermittelten Bilder waren herunterskalierte Schnappschüsse des Videos, das während des kompletten Flugs aufgezeichnet wurde. Um die Menge der zu übertragenen Daten möglichst niedrig zu halten, wurden die Bilder nur mit einer Auflösung von 320 × 240 Pixel übertragen. Schon diese Miniaturansichten ließen aber vermuten, dass man später spektakuläre Bilder zu sehen bekäme, wenn die Nutzlast geborgen würde.

Auswertung der Nutzlasten

Einige Tage nach Landung des Ballons und Auswertung der Nutzlast veröffentlichte das Team Bild- und Videomaterial in voller HD-Auflösung. Darauf ist unter anderem das überflogene Gebiet zu sehen sowie auch Aufnahmen von über der Wolkendecke (siehe Aufmacher). Das Videomaterial in voller Auflösung findet sich unter anderem unter [8].

Insgesamt war die Mission ein voller Erfolg und das SSDV-Signal konnte unter anderem in den Niederlanden und England (ODX etwa 490 km) empfangen werden. Das APRS-Signal (1 W auf 2 m) wurde direkt in Belgien, Frankreich, Schweiz, Österreich, Tschechien, Dänemark, Niederlande und Polen gehört. Die maximale Entfernung lag hier bei etwa 640 km.

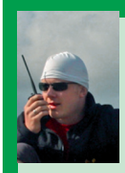
Das Ballonteam hat die von einigen Funkamateuren gelieferten Daten gerne angenommen und hatte mit einer solchen Unterstützung gar nicht gerechnet. Ich hatte unter anderem einen APRS-Track aus dem Log meines Digipeaters DBØREC in Recklinghausen sowie eine Aufzeichnung der SSDV-Signale zur Verfügung gestellt [9]. Außerdem wandelte ich die Positionsdaten in einen Track um, den ich in Google Earth darstellen konnte. Darauf ist gut zu erkennen, dass der Ballon einige Schleifen über dem Halterner Stausee gedreht und so an Höhe gewonnen hat. Das ließ sich im Nachhinein an der dreh- und schwenkbaren Darstellung über der Karte sehr gut darstellen.

Ich kann jedem, der sich für das Thema interessiert, nur empfehlen, die genannten Webseiten zu besuchen. Während der Flüge sind auch einige Funkamateure im Internet Relay Chat (IRC) auf irc.freenode.net im Channel #highaltitude anzutreffen, die kurzfristig Unterstützung beim Empfang oder der Einstellung der richtigen Parameter bieten. Weitere Ballonstarts können einem Google Kalender im Tracker entnommen werden. Außerdem lohnt sich hin und wieder auch so ein Blick auf den Tracker. Selbst wenn ein Ballon nicht in der Nähe ist, kann man unter anderem unterstützen. So konnte ich bei einem weiteren Projekt mittels eines webSDR im Internet die Telemetrie- und Positionsdaten eines deutschen Ballons decodieren, der über Finnland flog.

Nachlese

Es bieten sich reichlich Betätigungsmöglichkeiten auf diesem Feld. Ich jedenfalls habe per Zufall eine ganz neue Facette des Amateurfunks kennengelernt. In unserem Ortsverband gab es jedenfalls reges Interesse an dieser Aktion. Da viele OMs so kurzfristig nicht dabei sein konnten, hielt ich auf dem folgenden OV-Abend einen Vortrag zum Thema. Unter anderem konnte ich mittels der Aufnahme der SSDV-Signale eine Decodierung dieser live vorführen. Während der Mission war mir mehrfach das Empfangssignal (vermutlich wegen Temperaturschwankungen beim Sender) aus dem Aufnahmebereich gelaufen. Anhand der Aufnahme konnte ich nun sogar Teile von Bildern rekonstruieren, die ich während der Mission wegen der teilweise lückenhaften Nachführung des Empfängers nicht decodieren konnte. Der Vortrag wurde gut besucht und noch am Abend wurden Pläne für einen eigenen Ballonstart geschmiedet. CQ DL

Zur Person



Florian Wolters, DF2ET
Jahrgang 1982, Amateurfunkgenehmigung seit 1999, DOK N18.
Gelernter Fachinformatiker, Studium Master Applied IT-Security
Besondere Interessen: Linux, digitale Betriebsarten, PSK31, WSPR

Anschrift:
Gottfried-Keller-Straße 10,
44791 Bochum
df2et@df2et.de

Links

[1] www.mikroelektronik.w-hs.de

[2] http://tnc-x.com/TNCPi.htm

[3] www.habhub.org

[4] http://ukhas.org.uk/projects:dl-fldigi

[5] http://ssdv.habhub.org

[6] http://ssdv.habhub.org/DN4GB/2015-03-08

[7] http://tracker.habhub.org

[8] www.mikroelektronik.w-hs.de/index.php/stratosphaerenballon/mission-ii/videos

[9] www.florian-wolters.de/blog/2015/03/08/decoding-high-altitude-balloon-pictures