

# *Münchener Schülerinnen berichten über ihre Ballonmission*

Wir vom Theresia-Gerhardinger-Gymnasium am Anger, einer Mädchenschule, hatten uns zusammen mit unserem Lehrer Wolfgang Faber, DF5CK in den Kopf gesetzt, eine Stratosphären-Ballonmission durchzuführen.



*Fröhliche Gesichter bei der Ballonmission in München: Tanja Utrysko mit der Nutzlast*

Schon im Februar begannen die ersten Vorbereitungen für unser Ballonprojekt. Die wichtigsten Vorarbeiten (Versicherung, Flugsicherung, Vorbereitung der meteorologischen Nutzlast) übernahm der AATiS e.V. Des weiteren bastelten wir im Pluskurs Amateurfunk und Telekommunikation unter Anleitung von Wolfgang Faber, DF5CK, eine Schaltung, die alle 5 Minuten den Auslöser einer mitgeführten Motorkamera aktivieren sollte, um während des Flu-

ges Fotos in Richtung Horizont zu machen. Wir wollten die Farbe der Atmosphäre unter den Bedingungen der verschiedenen Lichtstreuung besonders in der Stratosphäre und deren Ausbleiben in großer Höhe fotografieren und zugleich die Krümmung des Erdhorizonts in großer Höhe feststellen.

Ballonhülle, Fallschirm und Radarreflektor besorgte uns ebenfalls der AATiS. Bei der Deutschen Flugsicherung bekamen wir für unseren Wetterballon über den Amateurfunkverein eine besondere Fluggenehmigung, ein sogenanntes „NOTAM“, welches besagt, dass alle Flugzeuge benachrichtigt werden und auf den Ballon Rücksicht nehmen müssen.

Die Firma Linde stellte uns als Sponsor freundlicherweise zwei große Flaschen Helium zur Verfügung. Am Samstag, den 17. April fingen wir um 9:00 Uhr an, alles für den Flug vorzubereiten. Im Computerraum gab's die letzten Instruktionen für die Flugbahnverfolgung, die Überwachung der Telemetrie-Daten und außerdem wurde der PP-Convex auf Channel 55 gestartet. Anhand der Flug-Wetterdaten (Dank an den DWD!) mit einer Prognose der Höhenwinde rechneten einige Schülerinnen aus, dass der Ballon in der Nähe von Regensburg landen wird. Diese Prognose sollte sich als sehr zuverlässig erweisen. Danach wurde auf dem Schulhof der Ballon mit etwa 5m<sup>3</sup> Helium gefüllt und der Fallschirm, der Radarreflektor, die Box mit der Nutzlast und der Fotoapparat aneinandergelassen. Dabei gaben uns Emanuel Hertrampf vom Paul-von-Denis-Gymnasium in Schifferstadt hilfreiche Tipps, da dort schon einmal eine Ballonmission durchgeführt wurde.

Um 10:04 Uhr war alles startklar. Aber der Ballon ließ sich nicht bändigen, zerriss das Seil oder es rutschte ein Knoten ab und er schwebte alleine in den trüben Himmel. Der Großteil der Schaulustigen lächelte, nur uns vom Kurs war es peinlich, besonders in Gegenwart der anwesenden Presse. Während daraufhin der Reserveballon aufgeblasen wurde, tauschten wir vorsichtshalber die Schnur aus, die die Geräte miteinander verband. Eine gute halbe Stunde später, um 10:36 Uhr, war der Ballon erneut bereit für seine Reise. Inzwischen hatte sich jedoch der Wind gedreht, weshalb wir unsere Position im sehr engen Schulhof ändern mussten, um



*Die per Sprachansage übermittelten Daten wurden während des Fluges graphisch aufbereitet und analysiert. Steffi Goth und Vanessa Lipp diskutieren die Ergebnisse.*

setzte die Übertragung der Daten für eine Zeitspanne von etwa 10 Minuten ganz aus, so dass wir befürchteten, irgend etwas sei dort oben zu Bruch gegangen, was aber zum Glück nicht der Fall war. Lediglich unser 2m-Direktempfang wurde nun zunehmend

den Ballon nicht durch unser spitzes „Anger-Türmchen“ zu gefährden. Jubelnd entließen wir schließlich den Wetterballon in die Luft. Wenige Sekunden später wurde es im Computerraum sehr eng, da nun alle die Flugbahn des Ballons an unserem Großbildschirm mit einer Online-GPS-Eingabe in das Kartenprogramm TOP50 mitverfolgen, die graphische Darstellung der Telemetrie-Daten, die vom Ballon zu uns heruntergefunkt wurden, sehen wollten oder beim „Convers“ zuschauen und mitlesen wollten, was die Funkamateure zu berichten hatten. Nach einiger Zeit ließ der Ansturm der Besucher wieder etwas nach. An den 15 Rechnerplätzen des Schul-Netzwerks im Computerraum wurden zusätzlich die Daten der Sprachausgabe in eine Excel-Tabelle eingetragen und als Diagramm dargestellt. Dies war eine Übung, die in den Informatik-Unterricht zur Tabellenkalkulation integriert war.

Als der Ballon um 12:02 Uhr über Siegenburg (30 km östlich von Ingolstadt) platzte, hatte er eine Höhe von etwa 31 km erreicht. Von nun an waren die GPS-Daten unzuverlässig: Da sich der Fallschirm nicht sofort ausbreitete, trudelte die Box zunächst im freien Fall. Somit war die Empfangsantenne nicht mehr gerade ausgerichtet und der GPS-Datenempfang unterbrochen. Einmal

schwieriger. Wir bekamen allerdings von vielen Stationen in den folgenden Tagen Monitormitschnitte zugesickt und konnten die Flugdaten damit vervollständigen.

Empfangsberichte trafen aus ganz Deutschland und fast allen Nachbarländern ein, darunter auch aus der Schweiz, Italien und Tschechien. Das letzte Signal des Ballons kurz vor seiner Landung erhielten

*Emanuel Hertrampf vom Paul-von-Denis Gymnasium in Schifferstadt (DL0PVD), Melanie Graf DG8MJG und Katharina Speer bereiten die Nutzlast für den Start vor.*





*Wegen des extrem engen Innenhofes wurde der Ballon mit etwa 30% mehr Helium gefüllt als üblich, um so die Steiggeschwindigkeit zu erhöhen. Das Gas wurde von der Firma Linde AG gespendet.*

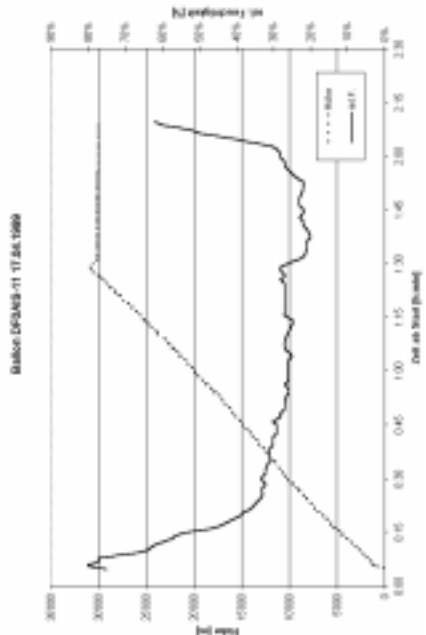
wir an der Schulstation DK0TGG um 12:48 Uhr. Über „Convers“ wurde uns wenig später mitgeteilt, dass die Nutzlasten in Laaber bei Regensburg gelandet seien. Dorthin waren schon einige Funkamateure zur Bergung unterwegs, die immer genau über die Position des Ballons unterrichtet waren.

Bisher konnte die Nutzlast jedoch nicht geborgen werden. Es verdichten sich Meldungen, dass sie ein Fußgänger mitgenommen hat. Auch ein Aufruf in der dortigen Lokalzeitung hat bislang keinen Erfolg gebracht.

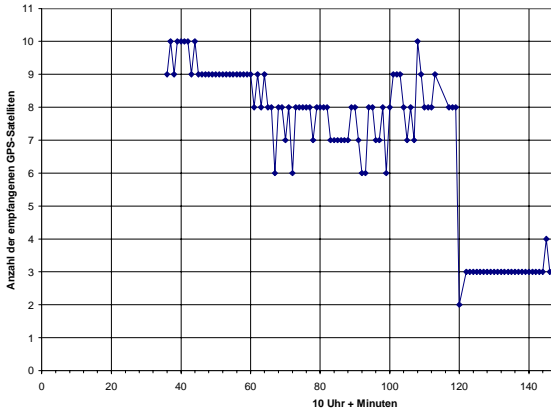
Trotzdem war die Mission für die diversen Schülerarbeiten (Erdkunde-Strukturanalyse über die Erdatmosphäre, verschiedene Physikreferate) ein voller Erfolg und wir bedanken uns bei allen, die uns dieses großartige Schulprojekt erst ermöglicht haben und die unsere lückenhaften Mitschnitte perfekt ergänzt und verbessert haben.

Das große Interesse von Presse und Medien hat zudem für den Amateurfunk geworben. Zudem ist eine kurze Fernsehsendung über unsere Schule und eben diesen Ballonflug am 6. Juni um 18:00 Uhr in 3SAT in der Reihe „Tagebuch“ angekündigt.

*73, der Pluskurs Amateurfunk und Telekommunikation am Theresia-Gerhardinger-Gymnasium in der Mitte von München*



Ballonmission München: Anzahl der empfangenen GPS-Satelliten



# Beobachtung der Empfangsfeldstärke bei der "München-Ballonmission"

## Einleitung

Sicher haben viele, die schon einmal eine Ballonmission am Funkgerät mitverfolgt haben, die starken Schwankungen der Empfangsfeldstärke bemerkt. Zur Aufklärung der genauen Ursache habe ich während des Münchner Ballonflugs am 17.4.99 entsprechende Messungen durchgeführt.

## Durchführung der Messungen

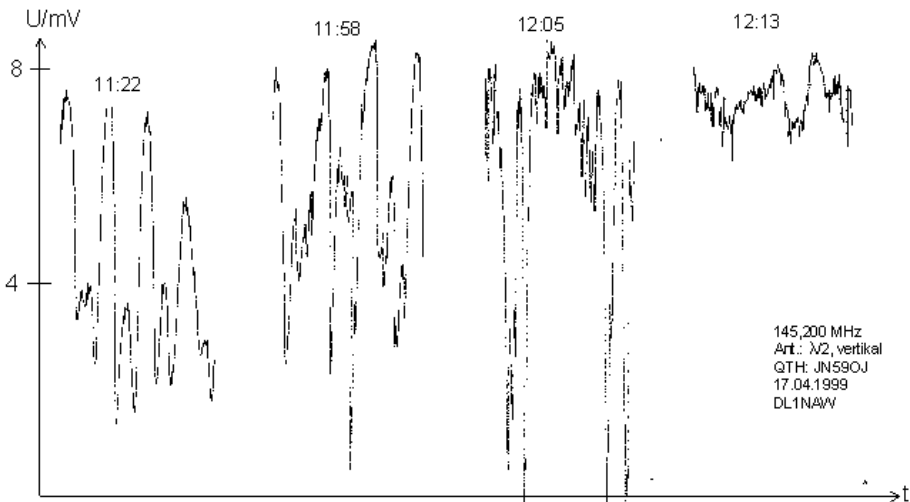
Die Messungen wurden an meinem QTH in einem Nürnberger Vorort (JN59oj) wie folgt durchgeführt: als Empfangsantenne diente eine 1/2-Vertikalantenne (Cushcraft Ringo) auf einem Teleskopmast. Der Antennenmittelpunkt lag ca. 13,4 m über dem Straßenniveau. Nach 4m Kabel (RG213) wurde ein Empfangsvorverstärker verwendet (ca. 10 dB). Das verstärkte Signal wurde über weitere 7m RG213 dem Empfänger (Kenwood TR 9130) zugeführt. Die Spannung am analogen S-Meter wurde mit einem y-t-Schreiber aufgezeichnet, wobei vorher eine Kalibrierung durchgeführt worden war. Die Umrechnung der gemessenen S-Meter-Spannung in Ein-

gangsspannung des Empfängers wurde gemäß der Angaben in der Bedienungsanleitung des Transceivers durchgeführt, derzufolge die Anzeige linear ist und Vollausschlag 15 mV entspricht. Die Aufzeichnungen erfolgten jeweils während der Sprachansage des Ballonsenders, die jeweils ca. 30 s dauerte und etwa alle 70 s erfolgte.

## Messergebnisse

Abbildung 1 zeigt vier typische Verläufe der Empfangsspannung während der Sendungen. Während des Aufstiegs beobachtet man ausgeprägte Schwankungen der Empfangsspannung (Messungen 11.22 und 11.58), wobei mit großer Regelmäßigkeit Maxima jeweils alle ca. 7,5 s beobachtet werden. Diese Struktur hat sich in der ganzen Stunde, in der der Ballon während des Aufstiegs empfangen werden konnte (von ca. 11.00 - 12.00 MESZ), praktisch nicht verändert. Gegen 12.00 MESZ ist der Ballon geplatzt und der kurz danach gemessene Verlauf der Empfängerspannung zeigt schnelles

Abb. 1: Gemessener zeitlicher Verlauf der Empfänger-Eingangsspannung (lineare Auftragung während jeweils 30 Sekunden), zu den angegebenen Zeiten (MESZ).



starkes Fading (12.05). Etwas später (12.13) sieht der zeitliche Verlauf wiederum ganz anders aus, und diese Messung ist typisch für die Situation während der ganzen restlichen Missionsdauer bis zum Verschwinden des Signals um ca. 12.40 MESZ.

### Interpretation

Eine naheliegende Interpretation ist die, daß sich durch das Hin- und Herschwenken der Nutzlast am Halteseil der Winkel zwischen der Sendeantenne und der Richtung zum Empfänger verändert. Die Empfangsspannung ist proportional zum Kosinus des Winkels zwischen dem Halteseil, an dem die Sendeantenne befestigt ist, und der Ausbreitungsrichtung zum Empfänger, wenn man für die Sendeantenne eine Dipolcharakteristik annimmt.

Die Messung um 12.13, während der die Nutzlast am Fallschirm abwärts schwebt, entspricht einer Situation mit nur geringen unregelmäßigen Ausschlägen. Ähnlich kann auch die Messung von 12.05 erklärt werden, wenn man annimmt, daß die Bewegung im freien Fall kurz nach dem Platzen des Ballons sehr viel heftiger und unregelmäßiger ist und es dabei auch vorkommt, daß die Sendeantenne direkt in Richtung des Empfängers zeigt (tiefe Schwundeinbrüche).

Bei den ersten beiden Messungen, die während des Aufstiegs gemacht wurden, fallen die ausgeprägten regelmäßigen Maxima alle etwa 7,5 s auf. Auch diese können durch die Bewegung der Nutzlast am Halteseil erklärt werden. Hierzu wurde eine Modellrechnung angestellt, wobei die Nutzlast als ein sphärisches Pendel mit 12 m Länge behandelt wurde. Die durch numerische Integration gewonnene Lösung der Bewegungsgleichung ist eine Überlagerung einer ebenen Pendelschwingung und einer Drehbewegung (Präzession) der Pendelebene, die bei den Experimente auch beobachtet wurde.

Abbildung 2 zeigt den so berechneten relativen Feldstärkeverlauf, der zumindest qualitativ gut mit den Messungen übereinstimmt.

Es ist vorgesehen, diese Modellrechnung durch die Auswertung von ATV-Übertragungen vom Ballon aus zu erhärten, die weiteren Aufschluss über die Bewegung der Nutzlast erlauben sollten. Weiterhin sind gleichzeitige Messungen mit horizontaler und vertikaler Polarisation der Empfangsantenne während einer der nächsten Missionen geplant.

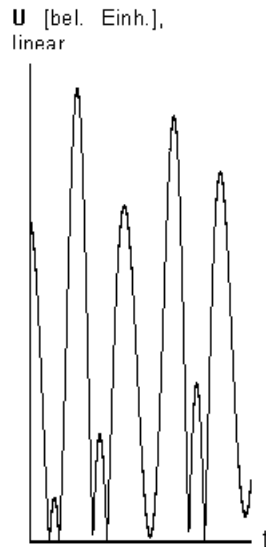


Abb.2: Berechneter Verlauf der relativen Empfangsspannung (bel. Einheiten) während einer Zeitdauer von 30 Sekunden.

**Prof. Dr. Thomas Lauterbach, Von-Soden-Str. 32, 90475 Nürnberg, DL1NAW@DBØABH**