



Mechatronik Trinational
Mécatronique Trinationale



2013

GPS-getrackter Wetterballon

Erfahrungsbericht Semesterarbeit

Gruppe Wernli, Schirmaier, Perler

Studiengang Mechatronik

Trinational

www.trinat.net

Ausgangslage

Während des sechsten Semesters des Studienganges Mechatronik Trinational haben die Studierenden die Möglichkeit, einer selbst gestellten Aufgabe im Rahmen einer Semesterarbeit nachzugehen. Wir beabsichtigten, einen Wetterballon mit einer Kamera in die Höhe steigen lassen um Bilder von der Erde aufzunehmen. Dabei sollen auch Wetterdaten erfasst werden. Ein solches Vorhaben wurde schon von anderen Leuten durchgeführt. Felix Baumgartner bewies im Oktober 2012 sogar, dass einen Menschen mittels Ballon in eine Höhe von 39 km befördert werden kann.

Vorgehen

In einer dreiköpfigen Studierendengruppe entschieden wir uns, einen Wetterballon mit Kameras und Messinstrumenten in die Stratosphäre steigen zu lassen. In eine Höhe von über 15'000 Meter sollten Bilder von der Erde aufgenommen und die momentane Temperatur sowie die Flughöhe ermittelt werden.

Die gemessenen Rohdaten wurden über ein Arduino Mikrokontroller-Board gesammelt. Um die Temperatur zu messen, verwendeten wir PT1000 Temperatursensoren mit einer analogen Messbrücke und Differenzverstärker. Der absolute Luftdruck wurde mit Luftdrucksensoren der Marke Motorola (MPX4115A) gemessen. Anhand der Barometrischen Höhenformel konnte so auch die Flughöhe berechnet werden. Jedoch nur bis zu einer gewissen Höhe, da oberhalb von 10 km die Luft zu dünn ist, um von unserem Messsystem detektiert werden zu können. Aus Kostengründen haben wir keinen Vakuumsensor verbaut. Die momentane Flughöhe kann auch mittels GPS ermittelt werden, doch auch hier stießen wir auf eine Grenze. GPS-Systeme, die für zivile Personen erhältlich sind, werden ab einer gewissen Höhe (ca.10 km) blockiert. Dadurch soll verhindert werden, dass Interkontinental-Raketen oder Ähnliches in Hobbykellern entstehen. Also installierten wir noch ein 3-Achsen Accelerometer um die Beschleunigung zu messen. Durch zweifache Integration kann so der zurückgelegte Weg berechnet werden. Ein solches System wird auch Trägheitsnavigationssystem genannt.

Laut Standardatmosphäre der ICAO (Internationale Zivilluftfahrt-Organisation) ist zwischen 10 – 20 km Höhe von Temperaturen um -56.5°C auszugehen. Erst ab einer Höhe von ca. 70 km wird es noch kälter. Die verbaute Elektronik musste daher n enormen Temperaturschwankungen trotzen. Um eine Kapsel mit guten Wärmeisolationseigenschaften zu erstellen, formten wir aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (PPX oder Styrofoam) eine Art Thermoskanne. Aussen bezogen wir diese mit Glasfasergewebe und Epoxidharz, innen mit Alufolie. Aussen wurde die Kapsel zusätzlich mit schwarzer Kunstharzfarbe angemalt, um möglichst viel Sonnenlicht und somit Wärmeenergie zu absorbieren.

Die Kapsel besteht aus zwei unabhängigen Teilkapseln, die miteinander verschraubt werden können. In dem unteren Teil sind zwei Kameras mit Akkus untergebracht. Im oberen Teil befindet sich die gesamte Messeinrichtung inkl. GPS- System.



Abbildung 1: Kapsel (Material GFK; aussen isoliert)

Der Flug fand am Samstag, den 18. Mai 2013 unter idealen (und auch legalen) Bedingungen statt. Wir hatten eine Flugerlaubnis und eine gute Haftpflichtversicherung. Der Startpunkt war bei Liestal (in der Nähe von Basel). Zwei Stunden später landete die Kapsel ca. 50 km nördlich im Schwarzwald in der Nähe der Todtnauer Hütte (die Kapsel war mit GPS einfach zu orten).

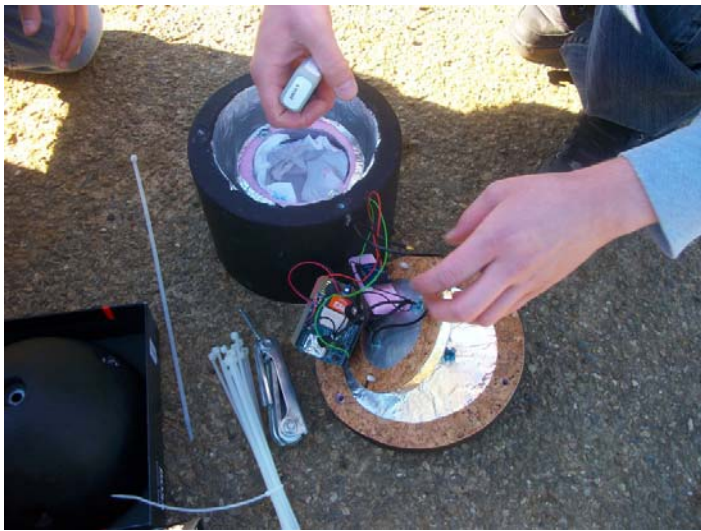


Abbildung 2: Inbetriebnahme der Elektronik, die in der Kapsel verbaut ist

Für den Auftrieb sorgte 3.5m³ Helium, der Fall wurde durch einen Fallschirm gebremst. Die Datei auf der SD-Speicherkarte mit den Messwerten war leider beschädigt und konnte daher nicht ausgelesen werden. Die Kameras funktionierten hingegen tadellos. Ein Kurzfilm des Fluges kann auf youtube.com angesehen werden. (Suchbegriff Bucheli 3001).

Ein Video zum Flug des Wetterballons findet sich unter:

<http://www.youtube.com/watch?v=8fkYoOY2goE> (Abruf; Stand Juni 2013)



Abbildung 3: Gruppenfoto vor dem Start bei Liestal (Philip Wernli, Yannick Schirmaier, Lucian Perler v.l.n.r.)



Abbildung 4: Aufnahmen vom Wetterballon aufgenommen (Blick aus der Stratosphäre)

Empfehlungen

Für zukünftige Studierende (oder auch privat) ist eine Fortführung des Projektes "Wetterballon" wärmstens zu empfehlen. Es fordert Wissen in verschiedenen Bereichen aber auch handwerkliches Geschick. Uns hat die Arbeit sehr viel Spass gemacht, und der Flugtag gestaltete sich als kleines Abenteuer.

Jedoch ist zu beachten, dass

- ein solches Projekt nicht kostengünstig ist. Ein guter Wetterballon kostet zwischen 100 – 500 sFr. (je nach Nutzlast) und das benötigte Helium ist auch relativ teuer (6 Liter kosten ca.300sFr),
- die Elektronik gut isoliert werden muss, da mit sehr tiefen Temperaturen gerechnet werden muss,
- GPS live-tracking möglich sein muss, um den Ballon wiederzufinden,
- die Ermittlung der Höhe gut durchdacht werden muss. Die Messung oberhalb von 10'000m kann aufwändig und kostenintensiv sein,
- der rechtlichen Aspekte berücksichtigt werden (u.a. Flugerlaubnis / Haftpflicht).

Die Firma Jumo bietet hochwertige Messeinrichtungen- und Sensoren. Und ist auf Hochschulprojekte gut zu sprechen (Sponsoring). Das Meteolabor in Wetzikon ist Anlaufstelle für Wetterballone und entsprechende Fallschirme in der Schweiz. Bei der Firma Carbagas AG kann kleine Mengen an Trockeneis gekauft werden (für den Temperaturabgleich). Auch Helium ist hier erhältlich.

Weiteres Vorgehen

Die Messeinrichtung könnte erweitert werden (Luftfeuchtemessung, Radioaktivität, Windrichtung usw.) jedoch sollte das Speichern der Daten besser durchdacht werden. Unser logging beschränkte sich auf zwei Files auf einer SD-Speicherkarte, welche nach dem Flug (besser: Landung) beschädigt und nicht auswertbar waren.

Um Gewicht zu sparen, könnte man Kohlefaser oder Styropor statt Glasfaser verwenden. Oder die Schutzhülle kann auch komplett weglassen werden.

Eine Sonderanfertigung eines Ballons könnte eine höhere Flughöhe erreichen.

Datum der Erstellung des Erfahrungsberichtes: Juni 2013. Alle Angaben ohne Gewähr.

© Fachhochschule Nordwestschweiz, Studiengang Mechatronik Trinational, 2013

www.trinat.net