

Strahlungsmessungen beim Erstflug des Stratosphärenballon-Experiments ASTRABAX

Thorsten Döhring*, Jan Pregler*, Lucia Krivanekova*, Georg Hildenbrand*

* Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik, TH Aschaffenburg, D-63743 Aschaffenburg

<mailto:thorsten.doehring@th-ab.de>

Der erste von drei geplanten Ballonflügen beim Aschaffener Stratosphären-Ballon-Experiment („ASTRABAX“) startete im Oktober 2024 in Bad Pyrmont und erreichte eine Flughöhe von fast 35 km. Der Schwerpunkt der physikalischen Experimente lag auf der Vermessung des UV-C-Spektralbereichs mit einem Miniatur-Spektrometer und der Strahlungsdosimetrie mit einem Geigerzähler.

1 Einführung - das ASTRABAX Projekt

ASTRABAX ist ein interdisziplinäres Projekt, welches von 2024 bis 2026 an der Technischen Hochschule Aschaffenburg durchgeführt wird [1]. In Zusammenarbeit mit der Universität Heidelberg entwickelt ein Team aus Professoren, Post-Docs, Master- und Bachelorstudenten eine multimodale Plattform für Material- und Biowissenschaften, die als Gondel eines Stratosphärenballons eingesetzt wird [2]. Der erste von drei geplanten Ballonflügen startete am 16. Oktober 2024 im norddeutschen Bad Pyrmont und erreichte eine Flughöhe von fast 35 km (Abb. 1 und Abb. 2).



Abb. 1 Flugroute beim ASTRABAX-Erstflug (158 km in 2:55 Stunden mit maximaler Geschwindigkeit 147 km/h)

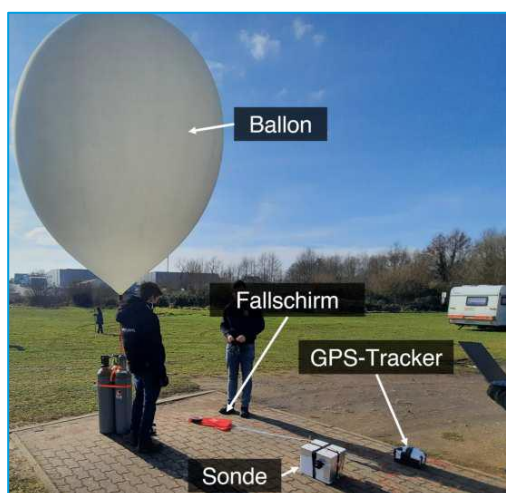


Abb. 2 Aufbau des ASTRABAX-Ballonexperimentes

Die Plattform des ASTRABAX-Ballons (Abb. 4 und Abb. 4) beinhaltet eine Reihe von Messgeräten, betrieben von einem Bordcomputer mit selbst entwickelter Steuersoftware und einer Stromversorgung durch Lithium-Batterien.

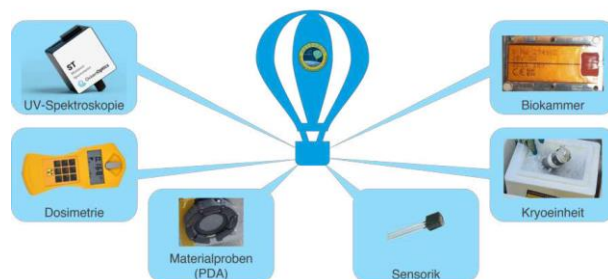


Abb. 3 Übersicht über die Payload-Experimente

Der Schwerpunkt der physikalischen Experimente lag auf der Vermessung des UV-C-Spektralbereichs mit einem Miniatur-UV-VIS-Spektrometer und der Strahlungsdosimetrie mit einem Geigerzähler. In einem zweiten Satz von Experimenten wurde die Wirkung der Bestrahlung auf Polydopaminproben untersucht, welche derzeit für Beschichtungen von astronomischen Röntgenspiegel entwickelt werden. Weiterhin enthielt die Ballongondel auch zwei Proben mit biologischen Zellen, die hier gleichzeitig einer niedrig dosierten Strahlung von hochenergetischen Partikeln, Gammastrahlung und teilweise auch UV-Strahlung ausgesetzt wurden.

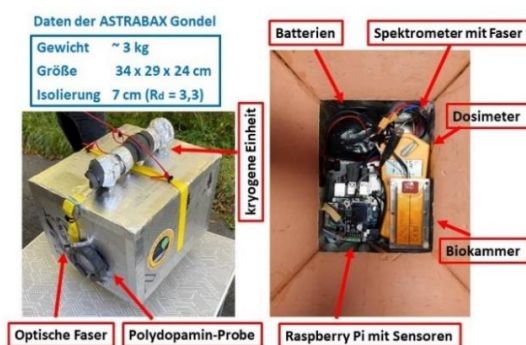


Abb. 4 Ansicht der Gondel beim ASTRABAX-Erstflug

2 UV-Strahlung in der Stratosphäre

Um für UV-Messungen ein möglichst großes Gesichtsfeld zu erfassen, wurden zwei miniaturisierte UV-VIS-Spektrometer gegenüberliegend in die Sonde integriert. Die verbundene Glasfaser-Diffraktor-Kombinationen wurden nach außen geführt.

Miniatur UV-VIS-Spektrometer mit integrierter Diodenzeile	
Spektralbereich	190 – 650 nm
Auflösung	~1,9 nm
Hersteller	Ocean Optics Inc.



Abb. 5 Technische Daten und Abbildung des Ocean Optics ST Miniatur-Spektrometers

Hintereinander durchgeführte Kurzzeitmessungen (100 ms) während des Fluges, sowie auch Gyroskop-Daten zeigten eine hohe Rotationsgeschwindigkeit der Gondel (Abb. 6), welche die Datenanalyse bei langen Integrationszeiten (10 s) erschwert.

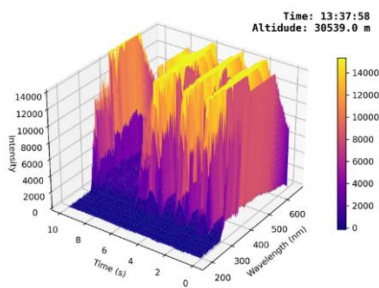


Abb. 6 Zeitaufgelöste Spektrometer-Messungen mit durch eine Rotation der Ballongondel erzeugten Peaks

Bei größeren Flughöhen oberhalb von 20 km wurde eine signifikante UV-C Strahlung nachgewiesen.

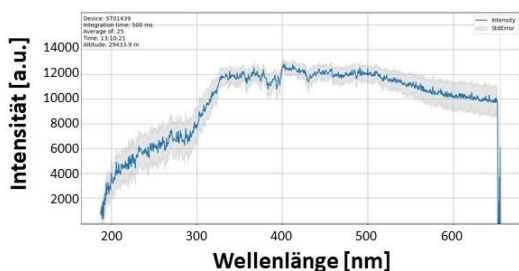


Abb. 7 UV-Spektrum bei einer Flughöhe von ca. 30 km

3 Messung der kosmischen Strahlung

Die kosmische Strahlung wurde mit einem aktiven Dosimeter erfasst (Abb. 8), welches für den Beta und Gamma Bereich eingestellt war.

Geigerzähler (GammaScout Dosimeter)	
Detektierbare Strahlungsarten	
α-Strahlung:	> 4.0 MeV
β-Strahlung:	> 0.2 MeV
γ-Strahlung:	> 30 keV
Kalibrierbereich:	0.1 μSv/h - 1 mSv/h
Genauigkeit:	~0.1 μSv/h



Abb. 8 Technische Parameter und Abbildung des Gamma Scout Dosimeters mit integriertem Geiger Müller Zähler.

Die Zählrate erscheint in einer Höhe von etwa 18 km am stärksten, was als „Regener-Pfotzer-Maximum“ bekannt ist [3]. Die erfassten und für weitere Höhen extrapolierte Strahlungswerte entsprechen Literaturdaten von Van Allen und Tatel [4], welche damals bei einem Raketenflug bis zu einer Höhe von 161 km aufgenommen wurden (Abb. 9).

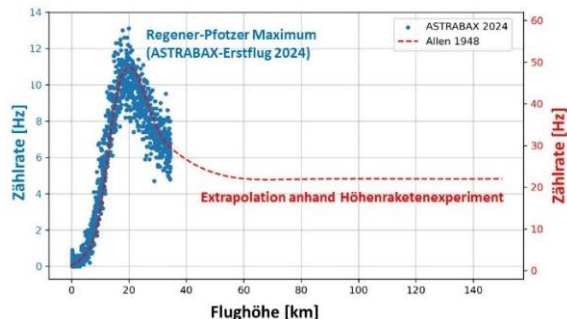


Abb. 9 Zählrate des Geigerzählers über Flughöhe beim ASTRABAX-Flug im Vergleich mit den Messdaten einer Höhenrakete [4]

4 Zusammenfassung und Ausblick

In dem Projekt ASTRABAX werden Experimente zu Material- und Biowissenschaften unter extremer Strahlungsexposition in der Höhe von bis zu 35 km durchgeführt. Neben Strahlungsmessungen wird in Telexperimenten der Einfluss der Höhenstrahlung auf biologische Zellen und technische Materialien untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen unter diesen natürlichen Bedingungen sind relevant für zukünftige Weltraummissionen (Satellitenbau, bemannte Raumflüge in den Erdorbit und zu den Exoplaneten), sowie auch für die Krebsforschung auf der Erde.

Danksagung

Das Projekt ASTRABAX („Aschaffenburg Stratosphärenballon Experiment“) wird durch Fördermittel des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst gefördert. Weiterhin bedanken wir uns bei allen Mitarbeitern am Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg.

Literatur

- [1] Eva Stanik et al.: „Spectral measurements and life science experiments using extreme radiation exposures at high altitude“, Proc. SPIE Vol. 13024, 130240M (2024)
- [2] Thorsten Döhring, Lucia Krivanekova, Jan Pregler, Georg Hildenbrand: „Radiation measurements in the stratosphere by the balloon experiment ASTRABAX“, Proc. SPIE 13531 (2025)
- [3] P. Carlson and A. A. Watson: „Erich Regener and the ionisation maximum of the Atmosphere“, Hist. Geo. Space Sci., 5, 175–182 (2014)
- [4] J. A. Van Allen and H. E. Tatel: „The Cosmic-Ray Counting Rate of a Single Geiger Counter from Ground Level to 161 Kilometers Altitude“, Phys. Rev. 73, 245 (1948)