

Einsatz von Strahlungsdetektoren bei den Stratosphärenflügen des ASTRABAX Experiments

Thorsten Döhring*, Lucia Krivánková*, Joschua Kneißl*, David Braun*, Ondrej Pavlas**, Milan Malich**, Georg Hildenbrand*

* Technische Hochschule Aschaffenburg, D-63743 Aschaffenburg, Deutschland

**Czech Technical University in Prague, CZ-16627 Prague, Czech Republic

<mailto:georg.hildenbrand@th-ab.de>

Das Aschaffener Stratosphärenballon-Projekt ASTRABAX führt Experimente in Flughöhen von bis zu 35 km durch. Bei den Ballonflügen erfassen aktive und passive Strahlungsdetektoren auf der multimodalen Gondelplattform die kosmische Strahlung und werden durch begleitende Laborexperimente ergänzt.

1 Einführung: Das ASTRABAX Projekt

Seit mehr als 100 Jahren erweisen sich stratosphärische Ballonflüge als ein adäquates Mittel, um die kosmische Strahlung und deren Auswirkungen zu untersuchen. Das Aschaffener Stratosphären-Ballon-Experiment („ASTRABAX“) ermöglicht die Durchführung von Experimenten zu Material- und Biowissenschaften auf einer multimodalen Plattform in Höhen von bis zu 35 km [1]. Das interdisziplinäre Projekt (Laufzeit 2024-2026) vereint internationale Forschungsteams aus Professoren, Mitarbeitern, sowie Master- und Bachelorstudierenden der Fachrichtungen Ingenieurwesen, Physik und Biologie der Technischen Hochschule Aschaffenburg, der Universität Heidelberg und der Tschechischen Technischen Universität in Prag. In den drei bisherigen ASTRABAX-Ballonflügen mit Nutzlasten bis zu 3 kg erfassten aktive und passive Strahlungsdetektoren die kosmische Strahlung - eine Kombination aus hochenergetischen Partikeln, Gammastrahlen und UV-Strahlung. Die Auswahl und Eignung der Strahlungsdetektoren wurden maßgeblich durch die Parameter der Gondel, den Dosimetrie-Bereich und die Autarkie der Geräte bestimmt. Der Einsatz der verschiedenen Strahlungsdetektoren wurde durch begleitende Laborexperimente ergänzt. Neben der Vermessung der Strahlungsintensität wurden auch deren Auswirkungen auf das Biopolymer Polydopamin sowie eine Bewertung der Dosisresponse und der Reparaturmechanismen bei menschlichen Zellen untersucht. Mehrere weitere Kooperationspartner stellten technische und fachliche Unterstützung für ausgewählte Forschungsbereiche zur Verfügung. Strahlungsexperimente unter realen Bedingungen in der Stratosphäre sind von Relevanz für die strahlenbiologische Forschung sowie für Satellitenexperimente im erdnahen Orbit und bemannte Raumfahrtmissionen.

2 ASTRABAX Stratosphärenflug

Der dritte Ballonflug startete am 06.03.2026 am Flughafen Aschaffenburg-Obernau. Der Fokus lag

auf der Temperaturregelung der Biokammer für die biologischen Experimente, der Bestrahlung von menschlichen Zellen und Biomaterialien sowie der Erfassung der Strahlung durch verschiedene Strahlungsdetektoren (Abb.1-2).



Abb. 1 Das ASTRABAX-Team beim dritten Ballonflug.



Abb. 2 Daten und Flugroute des dritten Ballonflugs.

Der mit Helium befüllte Ballon transportierte eine Styropor-Gondel mit dem Gewicht von 2,2 kg und den Außenmaßen von ca. 40 x 30 x 20 cm (Abb.3). Neben den Strahlungsdetektoren befanden sich die Biokammer mit lebenden Zellen und Polydopamin-Proben an Bord. Die Temperatur des Innenraums wurde durch einen Mikrocontroller, zahlreiche Sensoren, eine Heizfolie und Ventilatoren geregelt. Die Energieversorgung erfolgte über Lithium-Batterien.

Eine extern angebrachte Radiosonde und ein GPS-Gerät gewährleisteten die Flugverfolgung.

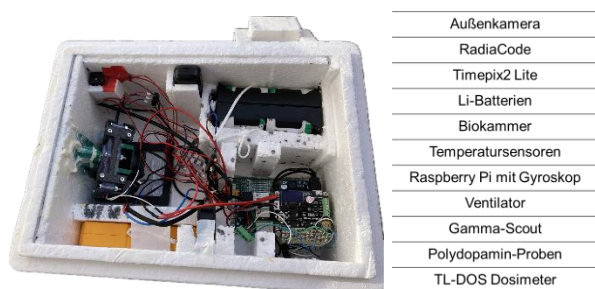


Abb. 3 Die Ballongondel und die verwendeten Teilexperimente beim dritten Ballonflug.

3 Strahlungsdetektoren und Messergebnisse

Die verwendeten Strahlungsdetektoren unterscheiden sich durch Geräteart, Funktionsprinzip, detektierten Strahlungstyp, Energiebereich, Messbereich und Empfindlichkeit. Die gesamte Strahlendosis betrug 0,125 mSv/Tag (Abb.4) mit dem Peak von 16,5 μ Sv/h in einer Höhe von 18 km (Abb.5).

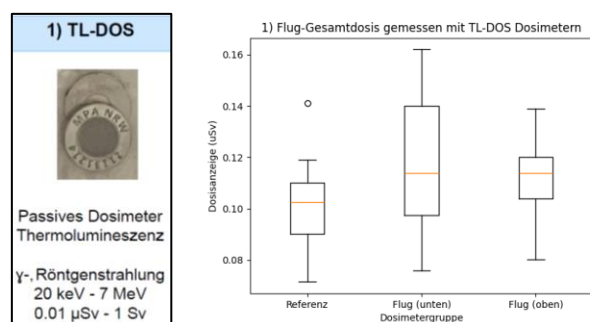


Abb. 4 Parameter und Messdaten der Filmdosimeter.

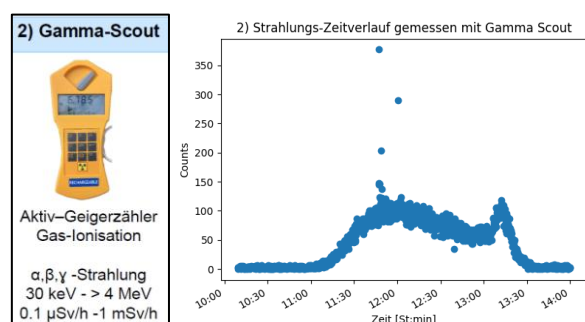


Abb. 5 Parameter und Messdaten des Geigerzählers.

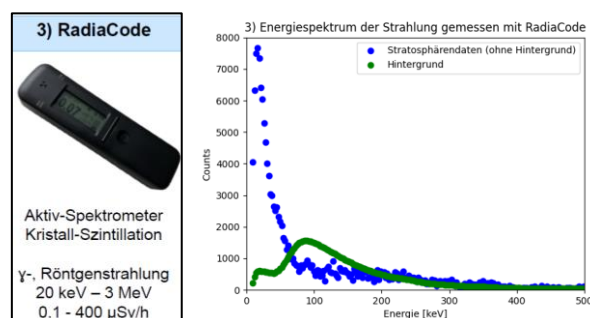


Abb. 6 Parameter und Messdaten des γ -Spektrometers.

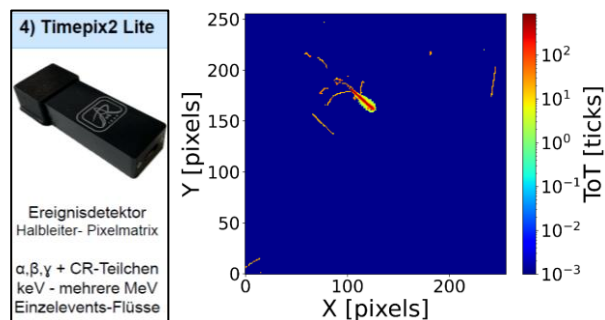


Abb. 7 Parameter und Messdaten der Röntgenkamera.

Dies entspricht den Werten vom ersten und zweiten Flug und dem bekannten Regener-Pfotzer-Maximum [2,3]. Die abgezogene Hintergrundstrahlung am Boden gehört zu den Linien von radioaktiven Zerfällen aus Baumaterialien im Labor (Abb.6). Die Timepix2 Lite Röntgenkamera erfasste unterschiedliche Teilchentypen in der Stratosphäre in diskreten Zeitfenstern [4]. Abb.7 zeigt ein hoch-energetisches schweres Ion.

4 Fazit

Die ASTRABAX Ballonflüge mit der multimodalen Plattform sind eine kostengünstige und effektive Methode zur Untersuchung der kosmischen Strahlung. Die bei den drei stratosphärischen Ballonflügen verwendeten autarken Detektoren mit ihren unterschiedlichen Empfindlichkeiten ermöglichten die Quantifizierung der kosmischen Strahlung. Die Kombination der Detektoren gibt einen detaillierten Einblick in die kumulierte Strahlendosis, die höhenabhängige Teilchenzahl, das Energiespektrum und die Teilchenart der kosmischen Strahlung.

Danksagung

Das Projekt ASTRABAX wird durch Fördermittel des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst gefördert. Wir bedanken uns bei Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg und dem Materialprüfungsamt NRW.

Literatur

- [1] E. Stanik et al.: "Spectral measurements and life science experiments using extreme radiation exposures at high altitude", Proc. SPIE Vol. 13024, 130240M (2024)
- [2] T. Döhring et al.: "Strahlungsmessungen beim Erstflug des Stratosphärenballon Experiments ASTRABAX", DGaO Proceedings 2025
- [3] T. Döhring et al.: "Radiation measurements in the stratosphere by the balloon experiment ASTRABAX", Proc. SPIE Vol. 13531, 13531-09 (2025)
- [4] O. Pavlas et al.: "Introducing Timepix2 Lite: "A Miniaturized Readout Interface Enabling Nanosecond Scale Half Life Measurement", arXiv:2601.14782v1 [physics.ins det], 21 Jan. 2026