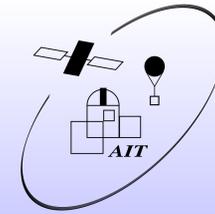




DAS HEXIS - BALLONEXPERIMENT

Ein Ballonexperiment zum Test der Eigenschaften eines abbildenden Detektors im Röntgenbereich



Einleitung

Um Erfahrung mit dem in der rechten Spalte vorgestellten CZT-Detektor für Röntgenstrahlung in einer realistischen Umgebung zu erwerben, ist in Kooperation mit der UCSD (University of California, San Diego) ein Ballonexperiment mit dem Namen HEXIS (High-Energy X-ray Imaging Spectrometer) geplant. Dabei ist vorgesehen, mit dem Detektor sowohl Messungen zum Strahlungshintergrund, als auch gezielte Beobachtungen von Objekten, deren Strahlungsparameter bereits bekannt sind, durchzuführen. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse werden zur Überprüfung der Detektorfunktionen, sowie zum Verständnis und zur präzisen Vermessung der Detektoreigenschaften verwendet.



Der Ballonflug

Die Atmosphäre, die die Erde umgibt, dämpft elektromagnetische Strahlung aus dem Weltall auf dem Weg zur Erdoberfläche je nach Wellenlänge unterschiedlich stark (s. Abb. unten). Um also Strahlung im Röntgen- und Gammabereich mit ausreichender Signalstärke feststellen zu können, müssen die Detektoren mit Heliumballons, Raketen oder Satelliten in entsprechende Höhen, bzw. aus der Atmosphäre heraus gebracht werden.

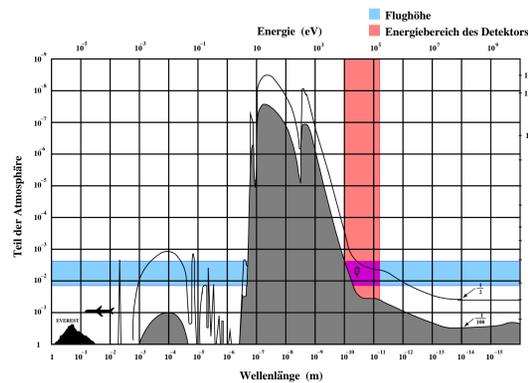


Abb. 1: Die Dämpfung elektromagnetischer Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen in der Erdatmosphäre.

Das HEXIS-Ballonexperiment wird voraussichtlich Mitte/Ende 2007 in Palestine, Texas starten. Nach einem 24 - 48 Stunden dauernden Flug in etwa 40 km Höhe wird die Gondel vom Ballon abgesprengt und kommt am Fallschirm zur Erdoberfläche zurück.

Ballongondel und Bordelektronik

Die tragende Gerüststruktur der Ballongondel wurde bereits von den Feinmechanikern der Werkstatt am Institut fertiggestellt. Die Montage der Motoren und eines Teiles der Steuerelektronik ist ebenfalls bereits abgeschlossen. Die Abbildung auf der rechten Seite zeigt eine Übersicht über die Elektronikkomponenten, die sich an Bord befinden. Zahlreiche analoge und digitale Sensoren (blau umrandet) geben während des Fluges Aufschluss über den Zustand der Gondel und erlauben den Aufbau einer autonomen Steuerelektronik (rot) zur selbsttätigen Nachführung bzw. Korrektur der Detektorposition mittels Schrittmotoren (grün umrandet).

Kommandos von der Bodenstation, wie z.B. neue Beobachtungsparameter können jederzeit per Funk an die Gondel übermittelt und dann vom Bord-PC (grau) ausgeführt werden. Weitere Aufgaben des Bord-PCs umfassen die Vorprozessierung und Telemetrierung der Detektordaten sowie die Auswertung der Aufnahmen, die mit der Sternkamera (siehe Abschnitt ganz rechts) erstellt werden. Die Entwicklung des Detektors und der zugehörigen Ausleseelektronik findet an der UCSD in Kalifornien statt.

Um verschiedene Objekte während eines Ballonfluges beobachten zu können, muss eine Pointierung der Quellen, d.h. das Ausrichten des Detektors in eine spezielle Raumrichtung, möglich sein. Dazu werden Azimut- und Elevationsmotoren zum Anfahren einer neuen Beobachtungsposition, sowie auch Sensorik, die die tatsächliche Drehung und Ausrichtung der Gondel aufnimmt, benötigt. Winkelkodierer geben dabei Aufschluss über die Ausrichtung des Detektors relativ zur Ballongondel. Eine relative Änderung des Azimutwinkels der Gondel wird über Kreuzmagnetometer gemessen, die die Abweichung von der Beobachtungsposition anhand des Erdmagnetfeldes feststellen und diese direkt an die Steuerelektronik weiterleiten. Um die absolute Ausrichtung des Detektors festzustellen, ist für den Tageszeitraum ein Sonnensensor an Bord, der aus einem rotierenden Spalt mit Photozelle besteht und den Azimutwinkel des Detektors zur Sonne angibt. Für die Bestimmung der Ausrichtung bei Nacht ist die Sternkamera vorgesehen.

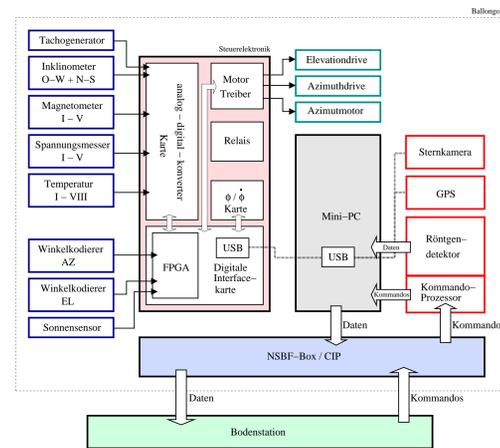


Abb. 2: Übersicht über die Elektronikkomponenten der Gondel

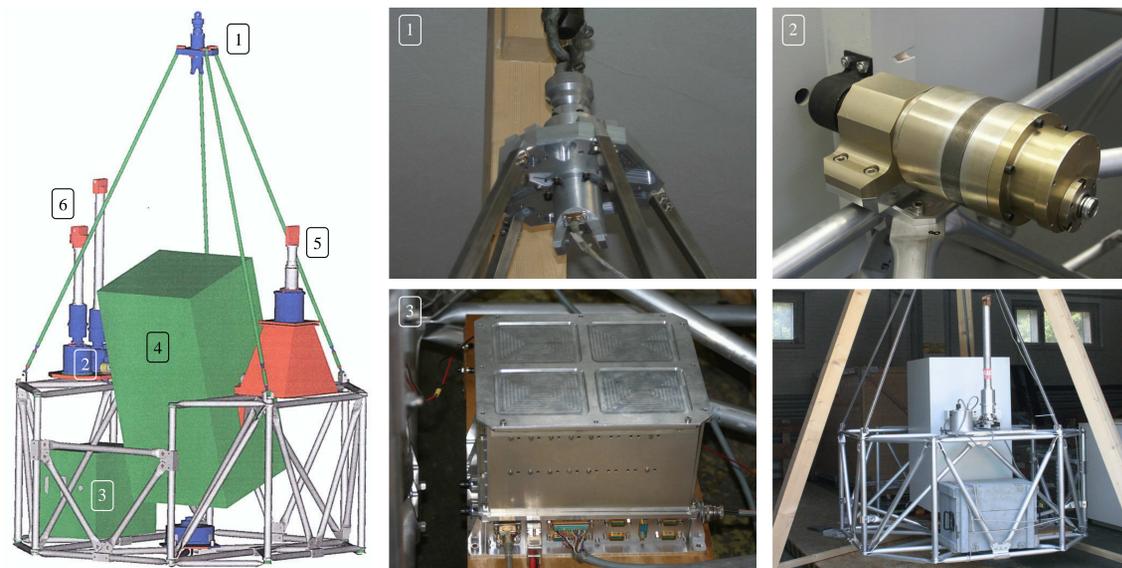


Abb. 3: Baugruppen der Ballongondel: 1)Aufhängung mit Azimutmotor, 2)Detektorlager mit Elevationsmotor, 3)Stuerelektronikbox, 4)Detektor, 5)Sonnensensor, 6)Magnetometer

Der Detektor

Im Mittelpunkt des Ballonexperimentes steht der an der UCSD entwickelte Röntgendetektor. Als sensitives Material wird ein Array aus 2cm x 2cm x 2mm großen Cadmium-Zink-Tellur-Halbleiter-elementen verwendet. Mittels auf und unter dem Detektormaterial angebrachten Elektroden (CROSSED-STRIPS) kann der Auftreffpunkt eines Photons über die bei der Wechselwirkung im Material erzeugte Ladungsverteilung ermittelt werden. Die Abbildung des beobachteten Himmelsausschnittes erfolgt über eine CODED MASK, aus deren Schattenwurf auf den Detektor vom Computer eine Aufnahme rekonstruiert wird.

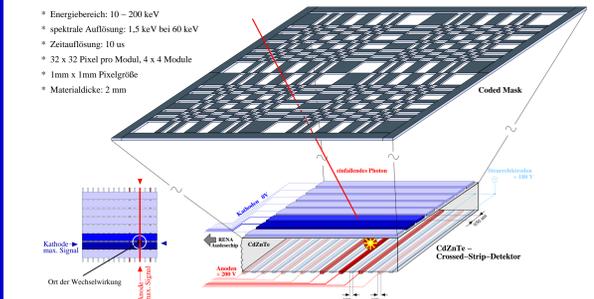


Abb. 4: Schematischer Aufbau des Detektors

Die Sternkamera

Die Sternkamera ist eine digitale Spiegelreflexkamera, die - parallel zum Detektor montiert - computergesteuert Aufnahmen im optischen Wellenlängenbereich erstellt. Ein an unserem Institut entwickeltes Programm, das auf dem Bordcomputer läuft, erkennt auf den Aufnahmen Sterne und Konstellationen und vergleicht diese mit Einträgen in einem Sternkatalog. Mit den GPS-Informationen über die genaue Zeit und den Ort, an dem die Aufnahme erstellt wurde, kann die Software innerhalb weniger Sekunden die Ausrichtung der Kamera und damit auch die des Detektors auf einige Bogenminuten genau errechnen. Die auf diese Weise gewonnene Information kann zur Kontrolle, bzw. Korrektur der absoluten Detektorausrichtung herangezogen werden.



Abb. 5: Die als Sternkamera eingesetzte Canon EOS 10D. Grafische Darstellung der Mustererkennung.