Kapitel 8

Ausblick

Nach einer Missionsdauer von etwa vier Jahren ohne ernsthafte technische Schwierigkeiten funktionieren alle Instrumente weiterhin gut und liefern wertvolle Ergebnisse. Aller Voraussicht nach bleibt der Satellit bis zum nächsten solaren Maximum um die Jahrtausendwende in Betrieb und könnte damit weitere Überraschungen bei der Beobachtung von Flares bringen. EGRET operiert zur Zeit nur in einem eingeschränkten Betriebsmodus, um Funkenkammergas für das solare Maximum aufzusparen. Alle anderen Instrumente können auf Jahre hinaus funktionsfähig bleiben. Der begrenzende Faktor für die Lebensdauer des Satelliten ist der Treibstoffvorrat, der zum Anheben des Orbits benötigt wird.

Was bedeutet diese Prognose für COMPTEL ? — welche Vorbereitungen können in den nächsten Jahren getroffen werden, um für die Gunst der Stunde gerüstet zu sein?

Die Leistungsfähigkeit von COMPTEL wird bei normalem Betrieb, d.h. Survey-Beobachtung schwacher Quellen über lange Zeiträume, durch den instrumentellen Hintergrund begrenzt. Bei solaren Flares können jedoch zwei unterschiedliche Fälle eintreten: (1) Bei einem niederen Signal-zu-Rausch Verhältnis, wie es während der Langzeit-Phasen der Juni-Flares oder bei allen kleineren Flare-Ereignissen auftritt, stellt ebenso der interne Hintergrund die Grenze für die Sensitivität dar. Eine weiter verbesserte Selektionsmethode von Hintergrundereignissen oder ein verfeinertes Hintergrundmodell könnten die Sensitivität weiter anheben. (2) Bei großen Flares kann der Hintergrund in erster Näherung vernachlässigt werden. Die wichtigste Einschränkung bringt in diesem Fall die instrumentelle Totzeit mit sich. Es hat sich herausgestellt, daß die weitaus größte Bedeutung dem Front-Veto Schild zukommt. Durch den hohen SXR-Fluß kommt es zu Mehrfachkoinzidenzen innerhalb der Ansprechzeit des Detektors. So können die Photonen, deren Einzelenergien unterhalb der Schwellenergie des Szintillators liegen, trotzdem eine Sättigung hervorrufen. Die Ansprechempfindlichkeit des Veto-Systems kann in fünf Stufen eingestellt werden. Im Juni 1991 war es in der empfindlichsten Einstellung. Eine leichte Anhebung dieser Schwelle könnte für starke Flares bereits eine deutliche Verbesserung der Meßsituation mit sich bringen, ohne die Qualität der Daten für andere Beobachtungen zu sehr herabzusetzen.

Das Konzept des Compton-Teleskops ist mit COMPTEL noch nicht vollständig realisiert. In COMPTEL kann der Einfallswinkel des registrierten γ–Quants nur bis auf einen Kegelmantel eingeschränkt werden, auf dem alle möglichen Einfallsrichtungen liegen. Wenn die Bahn des Rückstoßelektrons im oberen Detektor gemessen werden kann, ist es möglich, die Einfallsrichtung auf einen Ausschnitt dieses Kegelmantels zu beschränken. Dies würde eine deutliche Verbesserung bei der Hintergrundunterdrückung bedeuten.

Das technische Konzept zur Verwirklichung einer solchen Meßanordnung liegt in der Verwendung von Streifendetektoren für den oberen Detektor. Diese dünnen Halbleiterstreifen haben Abmessungen etwa im mm-Bereich und sprechen auf das gestreute Elektron an. Wenn viele dieser dünnen Schichten übereinander angeordnet werden, kann damit die Spur des gestreuten Elektrons dreidimensional abgebildet werden. Ein Vorschlag für ein solches Compton-Rückstoß-Teleskop stammt von O'Neill *et al.* (1992). Gegenüber der Anordnung aus Szintillatoren und Photomultipliern bieten die Streifendetektoren eine Reihe weiterer Vorteile: Halbleiter bieten eine weitaus überlegene Energieauflösung. Die Lokalisierungsgenauigkeit eines NaI/PMT-Verbundes liegt bei etwa $1cm$, die neuen Detektoren können bereits im sub-mm abbilden. Weiterhin bietet dieses Konzept eine genaue Messung der Tiefe im Detektor, in der die Wechslwirkung stattgefunden hat. Dies würde die Genauigkeit der Flugzeitmessung erhöhen. Die hohe Dichte des Materials bietet außerdem eine hohe Wechselwirkungswahrscheinlichkeit bei geringem Gewicht.

Neben der Hochenergie-Astrophysik ist auch die Nuklearmedizin ein wichtiges Anwendungsgebiet dieser neuen Technologie. Die Injektion radioaktiver Tracer und die Lokalisierung der γ–Quanten aus deren Zerfall ist eine verbreitete Anwendung. Eine Verbesserung der Nachweisgeräte würde eine genauere Bestimmung der Quellgebiete ermöglichen und eine bessere Empfindlichkeit könnte außerdem die benötigte radioaktive Dosis herabsetzen.

Das wichtigste neue Instrument, das zum nächsten Solaren Maximum in Betrieb gehen soll, ist das amerikanische Projekt HESP (**H**igh **E**nergy **S**olar **P**hysics Mission). Sein Hauptinstrument wird ein *coded mask*-Instrument mit rotierenden Masken sein, das auf einen Germanium-Detektor abbildet (Dennis, 1994). Es soll eine spektrale Auflösung von $\approx 1\,keV$ im Bereich von etwa $1\,keV - 10MeV$ bieten. Seine Ortsauflösung im Röntgen-Bereich soll bei etwa 2" liegen. Damit wären lineare Strukturen von etwa $1500\,km$ auflösbar.

Die Wichtigkeit einer guten Winkelauflösung im Röntgen-Bereich wird im Augenblick von YOHKOH demonstriert. Seine Fähigkeit, damit Spektren von bestimmten Teilen eines Flare-Bogens aufzunehmen, eröffnet völlig neue Möglichkeiten. Eine ortsaufgelöste Spektroskopie bei γ–Energien könnte es erlauben, die Propagationseigenschaften von Teilchen in verschiedenen Regionen der Magnetfeldbögen oder die Entstehungsgebiete der Strahlung an den Fußpunkten der Bögen zu studieren.

Man darf gespannt sein, welchem Instrument die nächsten überraschenden Beobachtungen an solaren Flares gelingen werden. Sollte die CGRO-Mission den eigentlichen limitierenden Faktor — die Budget-Beschränkungen — überleben, stehen die Chancen für COMPTEL durchaus gut.