

Der GLAST Burstmonitor

Sekundärinstrument auf GLAST mit deutscher Beteiligung

(Giselher Lichti und Andreas von Kienlin)

Die nächste große Gamma-Astronomieemission der NASA, der GLAST-Satellit (SuW 3, 225, 2001), soll im April 2006 gestartet werden. Neben dem Hauptinstrument LAT („Large Area Teleskop“), einem Gammateleskop für den Energiebereich zwischen 15 MeV und 300 GeV, ist als Sekundärinstrument ein Gammastrahlen-Burstmonitor vorgesehen. Ziel dieses Monitors, welcher auch GLAST-Burst-Monitor (GBM) genannt wird, ist die Unterstützung des Hauptinstruments beim Auffinden von Gamma-Ray Bursts (GRBs) und die Ergänzung (Erweiterung) der wissenschaftlichen Daten des LAT von GRBs zu niedrigen Energien hin.

Im März letzten Jahres wurde von der NASA eine deutsch-amerikanische Kollaboration für die Entwicklung dieses Monitors ausgewählt. Eine Gruppe von Wissenschaftlern vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching hat die Verantwortung für den Bau der GBM Detektormodule übernommen. Die Kosten werden vom Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) übernommen. Für die Projektleitung und die Entwicklung des Zentralcomputers ist der amerikanische Teil des Teams verantwortlich. Dieses besteht im wesentlichen aus ehemaligen Mitgliedern des BATSE-Teams vom NASA Marshall Space Flight Center (MSFC) in Huntsville, Alabama, und der Universität von Alabama in Huntsville. Das „Burst-and-Transient Experiment“ BATSE hatte fast 10 Jahre erfolgreich Gammastrahlenbursts auf dem Compton Gamma-Ray Observatorium CGRO gemessen, welches im Juni letzten Jahres das gleiche Schicksal wie die MIR erlitt, d. h. es wurde über dem Pazifik zum Absturz gebracht. BATSE hat wegweisende Ergebnisse für die Untersuchung von GRBs geliefert (SuW). Das MPE war ebenfalls mit dem Compton-Teleskop COMPTEL an CGRO beteiligt (SuW 33, 28, 1994; A&A Suppl. 143, 145-179, 2000). Die verantwortlichen Wissenschaftler für die Entwicklung und den Bau des GBM sind C. Meegan vom MSFC und G. Lichti vom MPE.

Die Erforschung von GRBs ist eines der Hauptziele der GLAST Mission. Motivation dafür war eine Beobachtung von EGRET, ebenfalls einem Instrument auf CGRO, im Jahr 1994. EGRET hat in diesem Jahr einen Gammastrahlenburst beobachtet, der hochenergetische Gammaemission (>50 MeV) bis zu $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Röntgenburst gezeigt hat. Dies war eine unerwartete und überraschende Beobachtung (Entdeckung) und die Beziehung zwischen dieser nieder- und der hochenergetischen Emission ist bis heute noch nicht verstanden. Es ist ein wichtiges Ziel von GLAST, diese Beziehung aufzuklären. Eine wichtige Rolle dabei soll der GLAST-Burstmonitor spielen.

Der GBM besteht aus 12 dünnen scheibenförmigen NaI-Kristallen, die so angeordnet sind, wie in der Abbildung gezeigt, so daß man aus den relativ gemessenen Zählraten einzelner NaI-Kristalle die Richtung eines einfallenden Gammabursts bestimmen kann. Diese Kristalle messen die Burststrahlung im Energiebereich von 5 keV bis 1 MeV. Um einen Überlapp bei der Energiemessung mit dem LAT, der Gammaquanten ab 15 MeV nachweisen soll, zu erhalten, besteht der GBM auch noch aus zwei zylindrischen BGO-Kristallen, die Gammaquanten von 150 keV bis 30 MeV messen können. Wegen der Anordnung der GBM-Kristalle und dem daraus resultierenden großen Gesichtsfeld wird der GBM etwa 215 Bursts pro Jahr nachweisen, die an Bord bis auf $<15^\circ$ genau lokalisiert werden können. Aufgabe des GBM wird es sein, diese Position sofort dem Hauptinstrument mitzuteilen, das daraufhin so

umorientiert werden kann, daß es mit seinem großen Gesichtsfeld von etwa 2,5 steradian die Himmelsregion, von der der Burst beobachtet wurde, auf langandauernde hochenergetische Gammaemission vermessen kann. Sollte das LAT solche Gammaquanten beobachten, so wird dieses Instrument auf Grund seiner guten Positionierfähigkeit in der Lage sein, die Position des Gammabursts mit hoher Genauigkeit ($<3'$) zu bestimmen. Diese genaue Position wird dann innerhalb von 10 s zur Bodenstation übermittelt und an andere Teleskope weitergeleitet, um Beobachtungen bei anderen Wellenlängen, vor allem des sogenannten Nachleuchtens (after glows), zu ermöglichen.

Mit dem GBM und dem LAT werden zum ersten Mal Messungen von Gammaburstspektren über sechs Energiedekaden möglich sein, so daß die Beziehung zwischen der niederenergetischen (keV - MeV) und der hochenergetischen (MeV-GeV) Gammaemission untersucht werden kann. Davon erhofft man sich Erkenntnisse über die Energieverteilung von Gammastrahlenspektren. Das Leuchtkraftmaximum liegt bei den meisten Bursts bei einer Energie von ~ 250 keV, also weit unterhalb der Energieschwelle von GLAST. Da diese so genannte Peakenergie die "Härte" eines Gammabursts charakterisiert, wäre ohne den GBM die Bestimmung dieses für die Charakterisierung eines Bursts wichtigen Parameters nicht möglich. Dieser Parameter hängt eng mit der relativen Bewegung von Beobachter und Quelle zusammen und gibt somit Aufschluß über die kosmologische Rotverschiebung und die relativistische Bewegung der emittierenden Teilchen. Für die Theorie ist außerdem von Bedeutung, wie diese Peakenergie mit der hochenergetischen Emission korreliert.

Eine andere Frage, auf die man sich durch das Zusammenwirken von LAT und GBM eine Antwort erhofft, betrifft die Beobachtung, daß die hochenergetische Emission zumindest bei einigen Bursts wie dem von EGRET beobachteten nach der niederenergetischen zu erfolgen scheint. Sind deshalb diese hochenergetischen Gammaquanten Teil des Burst-Emissionsprozesses selbst oder sind sie eine Art von Nachglühen, wie es bei anderen Wellenlängen beobachtet wird? Wenn das erstere zutrifft, dann ist die Frage, wie diese Gammaquanten die dichte Region der "zentralen Maschine" (das ist der Kollaps des zentralen Objekts selbst) verlassen können ohne absorbiert zu werden. Im zweiten Fall ist die offensichtliche Frage, wie diese Gammaquanten erzeugt werden. In Frage kommen Nachbeschleunigungsmechanismen wie z. B. Schockbeschleunigung, die geladene Teilchen auf relativistische Geschwindigkeiten beschleunigt (zur Theorie von Gammabursts siehe SuW 3, 230, 2001 und SuW 4-5, 335, 2001). Auf diese und ähnliche Fragen wird der GBM im Zusammenspiel mit dem LAT die Antworten liefern.

