Zusammenfassung

Überraschende Ergebnisse von solaren Flares im Gamma-Bereich konnten im Juni 1991 gewonnen werden, als eine außergewöhnlich aktive Sonnenfleckengruppe im Zeitraum von zwei Wochen sechs enorm starke Flares hervorbrachte. Während drei dieser Ereignisse befand sich die Sonne im Gesichtsfeld des Compton-Telekops COMPTEL. Diese Messungen wurden durch die gegenüber früheren Teleskopen verbesserte Sensitivität der Instrumente auf dem Gamma-Strahlen-Observatorium CGRO ermöglicht.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Emission von Gamma-Strahlung und Neutronen der Flares vom 11. und 15. Juni 1991. Den Untersuchungen liegen Beobachtungen von COMPTEL im Teleskop-Betrieb zugrunde. Das Instrument mißt Gamma-Strahlung im Energiebereich von 1 bis 30 MeV und kann Neutronen mit Energien von etwa 9 bis 100 MeV nachweisen. Die Analyse bestätigt, daß COMPTEL hervorragend für die Beobachtung solarer Flares geeignet ist.

Vor der Beobachtung der Flares im Juni 1991 war Gamma-Emission bei Flares nicht länger als etwa 40 Minuten lang meßbar gewesen. Die Modellvorstellungen gingen bisher von einer kurzzeitigen Teilchenbeschleunigung während der einige Minuten dauernden impulsiven Phase aus. Darüber hinausreichende Emission konnte durch den magnetischen Einschluß dieser Teilchen in bipolare Magnetfeldbögen erklärt werden. Alternative Vorstellungen beruhen auf einer fortgesetzten Teilchenbeschleunigung.

Das wichtigste Resultat der Untersuchung der Juni-Flares stellt die Beobachtung von Langzeit-Emission bei Gamma-Energien dar. COMPTEL kann die Emission in der Neutroneneinfanglinie über einen Bereich von Stunden messen. Das Zeitprofil folgt dabei einem zweifachen exponentiellen Abfall, wobei die Abklingkonstanten für beide Flares im Bereich von etwa 10 Minuten für die schnellere und 3 bis 4 Stunden für die langsame Zeitkonstante liegen. Die nukleare Emission sowie durch Pionen erzeugte Gamma-Emission kann beim Flare am 11. Juni 1991 ebenfalls eine Stunde lang beobachtet werden und zeigt ebenso ein exponentielles Abklingen. Soweit Messungen vorliegen, weisen beide Flares untereinander eine erstaunliche Ähnlichkeit in ihrem Zeitprofil auf. Solch ein Langzeitverhalten war bisher nicht bekannt und stellt hohe Anforderungen an die Modellvorstellungen der auftretenden Prozesse.

Der Flare am 11. Juni 1991 konnte von EGRET über mehr als 8 Stunden beobachtet werden (Kanbach *et al.*, 1993). Die von COMPTEL über Stunden beobachtete Neutroneneinfanglinie zeigt einen mit den Ergebnissen von EGRET übereinstimmenden Verlauf. Diese Messungen schließen Modelle aus, die auf der Langzeitspeicherung von Teilchen in einem magnetischen Einschluß basieren (Ramaty & Mandzhavidze, 1994a).

Der Übergang von der impulsiven in die Langzeit-Phase des Flares am 11. Juni wird anhand spektraler Veränderungen untersucht. Es zeigt sich, daß das Spektrum während der Langzeit-Emission deutlich härter ist. Die Produktion von Pionen, die Teilchenbeschleunigung bis zu Energien von einigen hundert MeV/Nukleon voraussetzt, tritt erst nach der impulsiven Phase auf und beginnt zeitgleich mit dem Einsetzen der Langzeit-Phase.

Neutronen werden bei beiden Flares erzeugt und können mit COMPTEL direkt nachgewiesen werden. Beim 11. Juni 1991 beginnt die Produktion der Neutronen mit dem Beginn der impulsiven

Phase, geht jedoch in beiden Flares darüber hinaus. Beim 15. Juni 1991 kann die Produktion der Neutronen über mehr als eine Stunde beobachtet werden.

Diese Beobachtungen werfen ein neues Licht auf die hochenergetischen Prozesse in solaren Flares, die zur Beschleunigung und Speicherung von Teilchen sowie der Emission von elektromagnetischer Strahlung und Teilchen führen. Beide Flares zeigen eine sehr langsame Abklingphase, die einen analogen Zeitverlauf über verschiedene Energiebereiche aufweist. Damit kann für die Flares vom 11.und 15. Juni 1991 zum ersten Mal die Frage, ob die späten Phasen dieser Ereignisse von magnetischem Langzeiteinschluß oder von fortgesetzter Teilchenbeschleunigung bestimmt werden, zugunsten der letzteren Möglichkeit entschieden werden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis