

SSCME

Solar and stellar CMEs: characterization by coronal dimmings

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2018	Projektende	30.09.2020
Zeitraum	2018 - 2020	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Sun; space weather; coronal mass ejections; stellar activity		

Projektbeschreibung

Koronale Verdunklungen (engl. coronal dimmings) geben wichtige Informationen zum Auslöser, der Entwicklung und den Plasmaeigenschaften von koronalen Masseauswürfen (engl. coronal mass ejections – CMEs), den energiereichsten Ausbrüchen in unserem Sonnensystem. Koronale Verdunklungen erscheinen als Regionen mit vorübergehend verringerter Intensität bei EUV und Röntgenwellenlängen, aufgrund der Dichteabsenkung durch die Expansion des koronalen Plasmas beim CME-Ausbruch. Das vorliegende Projekt präsentiert eine innovative Studie, in der koronale Verdunklungen herangezogen werden, um zentrale CME-Eigenschaften zu ermitteln, die für Vorhersagen von Störungen unseres Weltraumwetters relevant sind, sowie um CMEs auf anderen Sternen nachzuweisen und zu charakterisieren.

In unserem erfolgreichen Vorgängerprojekt CORDIM (ASAP-11) haben wir die einzigartigen simultanen Beobachtungen der Sonne aus unterschiedlichen Satellitenpositionen kombiniert, um optimale Messergebnisse zu erzielen: CMEs (beobachtet am Sonnenrand von den STEREO-Satelliten) und koronale Verdunklungen (beobachtet gegen die Sonnenscheibe von SDO und Proba-2). Daraus konnten wir signifikante statische Beziehungen zwischen wichtigen CME-Kenngrößen (Geschwindigkeit, Masse, timing) und Parametern des zugehörigen koronalen dimmings (Fläche, Intensitätsabfall, Abfallrate, timing) etablieren. Auf diese zentralen Ergebnisse aufbauend, verfolgen wir im angesuchten Projekt die folgenden Ziele: i) Ermittlung von Geschwindigkeit, Masse und 3D Ausbreitungsrichtung schneller erdgerichteter CMEs aus koronalen Verdunklungen, ii) Eichen der Beziehungen zwischen räumlich aufgelösten und integrierten ("Sonne-als-Stern") Messungen koronaler Verdunklungen und der zugehörigen CME-Kenngrößen, iii) Entwicklung einer Methode zur Detektierung und Charakterisierung von CMEs auf anderen Sternen als der Sonne.

Folgende Beobachtungsdaten kommen in unserem Projekt zur Anwendung: solare EUV-Beobachtungen (Bilder, Spektren) und koronagraphische CME-Beobachtungen von den NASA und ESA Satelliten SDO, STEREO, SOHO und Proba-2 sowie die stellaren Beobachtungen von Flare-Lichtkurven von ROSAT (DLR), XMM-Newton (ESA) und EUVE (NASA). Ziele i) und ii) eröffnen einen neuen Zugang, um erdgerichtete CMEs basierend auf EUV-Beobachtungen zu charakterisieren. Sie stellen zugleich eine Konzeptstudie zur Entwicklung eines Warnsystems dar, um in Echtzeit CMEs, die bedrohlich für unser Weltraumwetter sind, in EUV-Bildern zu detektieren. Dies hat hohe Relevanz für ESA's SSA Programm. Ziel iii) ist es, eine neue Methode zu entwickeln und zu testen, um CMEs auf Sternen zu detektieren und ihre Kenngrößen zu ermitteln. Dies hat

hohe Relevanz als es gegenwärtig keine verlässliche Methode gibt, um stellare CMEs zu identifizieren. Jedoch hat die CME-Produktivität eines Sterns einen wesentlichen Einfluss auf die Habitabilität seiner Exoplaneten sowie auf die Entwicklung des Sterns. Wenn unser innovativer Zugang, CMEs auf Sternen zu detektieren und zu charakterisieren, erfolgreich ist, so eröffnet das ein neues Fenster in der Wissenschaft stellarer CMEs.

Abstract

Coronal dimmings contain crucial information on the initiation, evolution and plasma properties of coronal mass ejections (CMEs), i.e. the most energetic eruptions from our Sun. They appear as transient regions of strongly reduced emission at EUV and SXR wavelengths during the early CME evolution, and are explained by the density depletion caused by the evacuation of plasma due to the CME lift off. The present proposal offers an innovative study using coronal dimming measures to determine characteristic CME properties relevant for the prediction of space weather disturbances at Earth, and to explore the innovative potential of coronal dimmings to detect CMEs on late-type main-sequence stars.

In the highly successful predecessor ASAP-11 project CORDIM, we combined the unique simultaneous multi-point observations of CMEs (observed on the limb by at least one of the twin STEREO satellites) and coronal dimmings (observed on-disk by SDO). We could establish various distinct statistical relations between decisive CME properties (speed, mass, timing) and parameters of the associated coronal dimming (size, intensity drop, drop rate, timing). Based on these fundamental findings we have obtained, we will in the present project pursue the following main aims: i) to use coronal dimming measurements to estimate the speed, mass and 3D propagation direction for fast Earth-directed CMEs, ii) benchmark the relations between spatially resolved and unresolved ("Sun-as-a-star") coronal dimming parameters and their corresponding CME properties, and iii) use these solar results to establish a new method to identify signatures of stellar CMEs.

We will make use of the solar EUV (imaging and spectroscopy) and white-light (coronagraph) observations from the NASA and ESA satellites SDO, STEREO, SOHO and Proba-2, as well as of the stellar observations from DLR's ROSAT satellite, ESA's XMM-Newton, and NASA's EUVE. Aims i) and ii) offer a new approach to characterize Earth-directed CMEs based on on-disk EUV imaging data. The results obtained will provide a conceptual basis to build a real-time system of characterizing and alerting of space-weather threatening CMEs based on EUV imagers, relevant for ESA's SSA programme. In aim iii), we strive to establish a new approach how to detect CMEs on stars. Such attempts are highly relevant, as presently there exist no proper means to identify stellar CMEs. However, the CME-productivity of a star has turned out to be a crucial factor in determining the habitability of the exoplanets the star is hosting and also affects its evolution. If our approach to identify and characterize CME signatures in the flare light curves of stars is successful, this will provide a new window on the research on stellar CMEs.

Projektpartner

- Universität Graz Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie