GRAPPA

Stellar GRAnulation in Photometric Data: Properties, Predictions an an Analysis Tool for CHEOPS

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2017	**Projektende**	31.07.2020
Zeitraum	2017 - 2020	**Projektlaufzeit**	35 Monate
Keywords	Science, Astronomy & Astrophysics, Exoplanets, Software development		

Projektbeschreibung

Extrasolare Planeten, die zwischen Beobachter und Mutterstern vorbeiziehen, sind Schlüsselobjekte des Studiums von Planeten und Planetensystemen. Die während eines Planetentransits beobachtete Verdunkelung des Muttersterns gibt Aufschluss über den Radius und die mittlere Dichte des Planeten. Durch hochpräzise Transitlichtkurven (Zeitserien-Helligkeitsmessungen) können wir viel über den Planeten, seine innere Struktur, seine atmosphärische Zusammensetzung und den dynamischen Aufbau des Planetensystems lernen.
Die CHEOPS-Weltraummission (Start 2018) ist die erste ESA Mission, die vollständig der Exoplanetenforschung gewidmet ist, und wird hochpräzise Transitlichtkurven vieler Exoplaneten beobachten. Einige Jahre später wird PLATO 2.0 (Start 2024) die Transitmethode verwenden, um ein Inventar von Exoplaneten um helle Sterne zu erstellen. CHEOPS ist darauf ausgelegt, eine Präzision zu erreichen, die es möglich macht, die winzigen Transits erdähnlicher Planeten um sonnenähnliche Sterne zu detektieren.
Unglücklicherweise verursachen Granulationsprozesse auf den Muttersternen der beobachteten Planeten korreliertes Rauschen („Flicker“), das die erreichbare Präzision stark einschränkt. In ersten Forschungen haben wir für die Sonne eine Flickeramplitude von 40 ppm gemessen. Auf anderen Sternen wurden Amplituden von bis zu 350 ppm gemessen. Jedoch existiert bisher keine Studie, die Flicker für viele Sternklassen und in hoher Zeitauflösung untersucht. Um den vollen Erfolg von CHEOPS zu ermöglichen, müssen wir die Eigenschaften von Flicker in seiner vollen zeitlichen Auflösung kennen und Strategien für seine Modellierung entwickeln. Das ist das Ziel dieses Projekts.
Dazu werden wir zunächst, mit Hilfe von existierenden Daten der Satelliten SDO (Sonnenbeobachtung) und Kepler (Exoplaneten), eine genaue Charakterisation von Flicker vornehmen. Daraufhin werden wir diese Resultate mit theoretischen Modellen vergleichen und ein Modell zur Erstellung theoretischer Flickerlichtkurven entwickeln. Wir werden diese Modelllichtkurven mit simulierten CHEOPS Daten verbinden und dadurch realistische synthetische CHEOPS Lichtkurven erzeugen, an Hand derer wir die optimale Methode zur Modellierung von Flicker-Rauschen eruieren werden. Diese Methode werden wir dann in einer Routine für die Analysesoftware von CHEOPS zur Anwendung bringen. Letztendlich werden wir den Effekt von Flicker auf die Präzision von CHEOPS quantifizieren und Empfehlungen zur optimalen Beobachtungsstrategie abgeben.
Dieses Projekt ist zeitlich dringend und entscheidend für die volle Erschließung von CHEOPS Daten und wird dem antragstellenden Team internationale Sichtbarkeit und wissenschaftliche Arbeit erster Klasse im Rahmen von CHEOPS

ermöglichen. Weiters besitzen das erlangte Wissen über die Eigenschaften von Flicker und die entwickelte Analysesoftware eine langfristige Bedeutung, da diese direkte Anwendung für die zukünftige M-Klasse Mission PLATO 2.0 finden.

Abstract

Extrasolar planets that transit their host stars are key objects for the study of planets and planetary systems. As the planet passes in front of its host star, the observed flux drop reveals the planetary radius and bulk density. High-precision transit light curves (time sequence flux measurements) allow us to obtain a wealth of information on the planet, its interior structure, atmospheric composition, and the planetary system's dynamics.
The CHEOPS satellite (launch 2018) is the first ESA mission dedicated fully to the study of extrasolar planets and will obtain highest-precision transit light curves for many bright planetary systems. It will be followed by PLATO 2.0 (launch 2024), which will use the transit method to create an inventory of small transiting planets orbiting bright stars. At the precision level reached by CHEOPS, the mission is designed to be capable of detecting the minuscule signatures of planets the size of Earth, transiting Solar analogues.
However, granulation processes on the host star contribute substantial correlated noise (“Flicker”), largely limiting the attainable photometric precision. From an exploratory project, we measure a flicker amplitude of 40 parts-per-million on the Sun, which amounts to roughly 50% of the transit depth of an Earth transiting a Solar analogue. For other stars, amplitudes of up to 350 parts-per-milion have been measured. So far, no study has been carried out in order to characterize flicker noise at high temporal resolution for a wide range of stellar types. For the full success of CHEOPS, the properties of flicker must be known at their full resolution, and strategies for its modelization developed. This is the goal of the project proposed here. We will study the properties of flicker across stellar types, quantify its impact on the achieved precision, create an adequate data analysis procedure, and identify the optimal observing strategy accounting for flicker.
We will proceed by first assessing the properties of flicker from currently existing observations from the Solar SDO instrument, and the NASA Kepler satellite. We will then compare these results to improve theoretical models of granulation, and create a predictive set of theoretical model flicker light curves. Combining these light curves with simulated CHEOPS data, we will obtain realistic predictions for CHEOPS, and use these to find the optimal data analysis approach for modelling flicker-induced correlated noise. We will create a dedicated software tool to be included in the CHEOPS data analysis toolbox. Finally, we will estimate the effects of flicker on the performance of CHEOPS, and make recommendations for an efficient observing strategy.
The nature of this project is timely and critical for the full exploitation of CHEOPS data, and will place the proposing team in the front line of scientific research with CHEOPS. Further, the characterization of flicker across stellar types and the techniques developed to account for it will have a lasting impact thanks to their applicability on the upcoming ESA M-class PLATO 2.0 mission.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften