

TAPAS4CHEOPS

Target Prioritization routines for CHEOPS observations

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 12. Ausschreibung (2015)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2016	Projektende	30.11.2018
Zeitraum	2016 - 2018	Projektlaufzeit	29 Monate
Keywords	CHEOPS, exoplanets, planet evaporation, planet atmospheres		

Projektbeschreibung

Weltraum- und Boden-gestützte Exoplanetenprojekte haben eine große Vielfalt an Planeten entdeckt. Insbesondere Planeten mit Massen zwischen 2 und 14 Erdmassen weisen sehr unterschiedliche durchschnittliche Dichten auf. Die Charakterisierung und Beobachtung solcher Planeten im geringen bis mittleren Massenbereich um helle Sterne ist ein Hauptziel der ersten S-Klasse ESA-Mission CHEOPS. Die typischen CHEOPS Ziele werden Systeme sein, die schon durch die Radialgeschwindigkeitsmethode entdeckte Planeten beinhalten. CHEOPS wird bei diesen Planeten mit bekannten Massen nach Transits suchen, sowie die Radien von Transit-Planeten, welche mit anderen Teleskopen wie NGTS und TESS entdeckt wurden, präzise bestimmen. Die von CHEOPS bestimmten Radien werden die bisherigen Werte um ein Vielfaches präzisieren. Es gibt hunderte potentielle CHEOPS Target-Planeten, aber die Beobachtungszeit von CHEOPS lässt es nicht zu, dass alle diese Planeten von CHEOPS untersucht werden. Es ist deshalb wichtig, eine Strategie zu entwickeln um diese Target-Planeten zu priorisieren. Diese Priorisierung von CHEOPS Target-Planeten zur weiteren Charakterisierung ihrer Parameter und Atmosphären ist eine der Hauptaufgaben dieses Projektes. Wir haben eine Methode entwickelt, welche es erlaubt die Atmosphäre eines Exoplaneten im mittleren Massenbereich (sub-Neptune und super-Erden) zu untersuchen, wenn nur der Transitradius bekannt ist. Zusätzlich kann noch eine minimale Planetenmasse abgeschätzt werden, während die obere Massengrenze durch physikalische Überlegungen bezüglich der Dichte und Entstehung des Planeten gegeben ist. In diesem Projekt wird ein großer numerischer Katalog über Massen, Radien, Effektivtemperaturen und stellaren Strahlungsbereichen erstellt, in dem hydrodynamische Computermodelle an Target-Planeten angewendet werden. Die in diesem numerischen Katalog untersuchten Atmosphärenerevolutionspfade werden sehr genau sein und vor allem auf Planeten im mittleren Massenbereich mit bekannten Parametern für Testzwecke angewendet werden. Der erstellte Katalog wird dann als Grundlage des CHEOPS Programms zur Charakterisation von Exoplaneten dienen. Das resultierende Charakterisationsschema wird über ein Webportal öffentlich zugänglich gemacht um CHEOPS-Beobachtungen zu priorisieren und um mit Hilfe weiterer Teleskope eine detaillierte Atmosphärencharakterisierung durch Nachbeobachtungen durchführen zu können. Weiters werden mögliche weitreichende Implikationen der anhand des Projektes gewonnenen Resultate dahingehend untersucht, wie man die entwickelte Methode zur Radius-Massen Bestimmung auch auf Planeten mit geringer Masse, welche durch Projekte wie Kepler, NGTS und TESS, entdeckt werden anwenden und erweitern kann.

Abstract

Both exoplanet missions and ground-based facilities revealed the existence of a great variety of planets, particularly for intermediate-mass planets (sub-Neptune, super-Earth) with masses between 2 and 14 M_{Earth}, which present a large spread in density. These planets are the primary target of CHEOPS, the first S-class ESA mission, which aim is the detection of shallow transits of low- and intermediate-mass planets orbiting bright stars. Typical CHEOPS targets will be systems hosting planets already detected by radial velocity, for which CHEOPS will search for transits, and systems hosting planets detected with the transit method by other facilities (e.g., NGTS and TESS), but for which the measurement of the radius requires a considerable improvement. Hundreds of possible CHEOPS targets are foreseen, but the time constrained nature of CHEOPS observations will not allow to observe them all. It is therefore necessary to construct a target prioritization strategy. This is the primary aim of this project. We propose to build a method and tool capable of providing a fast rough planet characterisation, based on theoretical models, for CHEOPS targets. We recently developed a method that allows one to provide a first characterisation of the atmosphere of an intermediate-mass planet provided only its transit radius. The method allows one also to infer the minimum planetary mass, while the maximum mass can be inferred from considerations on planetary density and formation. We will compute a large grid of hydrodynamic models of the upper atmosphere of planets considering a parameter space composed by: planetary mass, radius, equilibrium temperature, and stellar high-energy input flux. We will use the grid of models to compute planet atmospheric evolution tracks, taking into account realistic levels of the initial high-energy stellar flux. The tracks will have an unprecedented resolution and will be among the first ones taking into account the full extent of possible high-energy stellar input. The models and tracks will be tested against intermediate-mass planets with measured mass and radius to test/improve the predictive power of the grids. We will use the grids to design a characterisation scheme for the planets discovered with the radial velocity method and with transits detected by CHEOPS. The scheme will be made available through a public web tool and will be used to prioritize either further CHEOPS observations or follow-up observations aiming at a full atmospheric characterisation. We will use our developed innovative method to design also a characterisation scheme for planets discovered with the transit method by other facilities, hence possible CHEOPS targets. Also these tools will be made available through a public web site. We will finally explore possible wider implications of our findings to study the feasibility of a large-scale usage of the tools developed within the project to infer the range of planetary masses for Kepler, NGTS, and TESS intermediate-mass planets with the aim of deriving planetary mass functions.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften