

## **Atmosphärische Dynamik und Chemie terrestrischer Exoplaneten**

Das Projekt wird im Rahmen der Forschungsallianz Planetenentwicklung und Leben der Helmholtz-Gemeinschaft durchgeführt. In dieser Allianz soll die Wechselwirkung von Leben und planetarer Entwicklung näher beleuchtet werden. Es soll erschlossen werden, welche Faktoren das Potential eines planetaren Körpers für die Entstehung und Entwicklung von Leben bestimmen. Der dabei verfolgte Ansatz ist tief greifender und umfassender als bisherige, da der gesamte Planet von seiner äußeren Hülle (Atmosphäre und Magnetosphäre) bis zum Planeteninneren mit einbezogen wird. Hierbei sind terrestrische Planeten innerhalb des Sonnensystems, wie Mars und Venus, aber auch einige Monde, wie Titan und Europa, Gegenstand der Untersuchungen, bis hin zu Planeten außerhalb unseres Sonnensystems.

Für solche extrasolare terrestrische Planeten ist die Fragestellung nach der Habitabilität, d.h. der Bewohnbarkeit, meist verknüpft mit der Möglichkeit flüssiges Wasser auf der Oberfläche zu besitzen, da Leben, wie wir es kennen, flüssiges Wasser benötigt.

Die Fragestellung nach dem Klima auf extrasolaren terrestrischen Planeten wird häufig anhand 1-dimensionaler (1D) Klimamodelle bearbeitet, da diese Modelle die Erschließung des großen Parameterbereichs der möglichen Szenarien aufgrund des geringeren Rechenaufwands erlauben, sowie weniger Annahmen über die Beschaffenheit eines solchen Planeten und seiner Atmosphäre benötigen als 3-dimensionale (3D) Modelle. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die atmosphärische Dynamik für einige Szenarien überaus wichtig werden kann. So zeigten Joshi et al. 1997, dass für einen Planeten, der sich in einem synchronen Orbit um einen Stern befindet, d.h. er besitzt eine permanente Tag- und Nachtseite, der Transport von Wärme und Impuls vor einem Ausfrieren der Atmosphäre bewahren kann. Des Weiteren können in einem 1D Modell Rückwirkungen der Planetenoberfläche, wie z.B. ein Albedofeedback durch die Bedeckung der Oberfläche mit Schnee oder Eis, oder auch die Verzögerung der Erwärmung einer Planetenoberfläche aufgrund des Vorhandenseins eines Ozeans schwer erfasst werden. Auch die Berücksichtigung von Wolken und ihrer Auswirkung auf das planetare Klima sind in einem 1D Modell schwerer zu realisieren.

Daher wird in diesem Projekt ein komplexes für die Erde entwickeltes Klima-Chemie Modell (EMAC, Jöckel et al. 2006) in Zusammenarbeit mit dem Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin angewandt, um sich den komplexen Wechselwirkungen im Klimasystem eines erdähnlichen Exoplaneten zu nähern. Hauptfaktoren, die die Habitabilität eines terrestrischen Exoplaneten beeinflussen, sind der Energieeintrag durch den Zentralstern sowie die Zusammensetzung und Masse der Atmosphäre.

Wir untersuchen, welchen Einfluss der Typ des Zentralsterns auf das Klima und die atmosphärische Chemie hat, wobei wir den gleichen Gesamtenergieeintrag durch den Stern in die Atmosphäre, sowie die gleiche Beschaffenheit der Planetenoberfläche und Zusammensetzung der Atmosphäre annehmen wie für die Erde. Für einen anderen Zentralstern ergeben sich einerseits eine Änderung der spektralen Energieverteilung der Einstrahlung und andererseits eine veränderte Umlaufzeit des Planeten um seinen Stern.

Referenzen:

Joshi, M. M. R. M. Haberle and R. T. Reynolds (1997): Simulations of the Atmospheres of Synchronously Rotating Terrestrial Planets Orbiting M Dwarfs: Conditions for Atmospheric Collapse and the Implications for Habitability. *Icarus*, 129, 450-465

Jöckel, P, Tost, H., Pozzer, A. et al. (2006):The atmospheric chemistry general circulation model ECHAM5/MESSy1: consistent simulation of ozone from the surface to the mesosphere, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 5067-5104