

Astronomie II - Zusammenfassung Kapitel 10.2-10.3 (Bo)

Extrasolare Planeten

Suche nach Exoplaneten Der Begriff **extrasolarer Planet** oder **Exoplanet** beschreibt allgemein einen Planeten *außerhalb* des gravitativen Einflusses unserer Sonne. Extrasolare Planeten gehören einem anderen System an und umkreisen dessen Zentralgestirn. Grundvoraussetzung für die Planetenentstehung ist eine **Protoplanetare** Scheibe, welche sich mit dem Stern ausbilden muss, damit Planeten entstehen können. Der erste Exoplanet wurde im Jahr 1995 entdeckt. Die Detektion solcher Objekte stellt ein großes Problem dar: Exoplaneten sind zum einen sehr weit entfernt, das wichtigste ist jedoch dass sie selbst nicht leuchten. Damit sind sie für einen Beobachter von der Erde aus praktisch nicht sichtbar. Um Exoplaneten dennoch aufzuspüren wurden einige indirekte Nachweismethoden entwickelt:

Detektionsmethoden

- **Astrometrisches Verfahren:** Blickt man unter einer Inklination von $i \rightarrow 0$ auf ein Stern- / Planetensystem, so kann man mit einem sehr hoch auflösenden und extrem präzisen Messinstrument die Bewegung des Sterns um das Massenzentrum des Systems beobachten (Man beobachtet die Komponente der Bewegung **senkrecht** zur Sichtlinie). Selbst der Astrometrie-Satellit *Hipparcos* hatte nicht die nötige Genauigkeit um so Exoplaneten zu entdecken, in Zukunft soll die Methode jedoch am VLT und mit dem Satelliten GAIA Anwendung finden. Geeignet ist diese Nachweismethode für massereiche, nahe Planeten.
- **Doppler-Verfahren:** Auch diese Methode bedient sich der Gegebenheit, dass sich der Stern um kleine Wege um den Schwerpunkt des Systems bewegt. Falls man von der Erde aus nicht genau senkrecht auf die Bahn schaut, hat die Bewegung eine Komponente in Sichtrichtung (**Radialgeschwindigkeit**). Misst man das Spektrum des Sterns sehr genau, so kann man darin abwechselnd eine minimale Rot- oder Blauverschiebung feststellen. Mit Hilfe des Formalismus des **Doppler-Effekts** kann so ein Exoplanet nachgewiesen werden. Anhand der **Massenfunktion**:

$$\frac{m_2^3}{(m_1 + m_2)^2} \cdot \sin^3(i) = \frac{T}{2\pi G} \cdot v_{rad}^3 \quad m_1: \text{Masse des Sterns}; m_2: \text{Planetenmasse}$$

ist ersichtlich, dass man mit dieser Methode nur eine **Untergrenze** für die Masse des gefundenen Exoplaneten feststellen kann, da die Inklination i im Regelfall nicht bekannt ist. Das Doppler-Verfahren ist das weitaus ausgereifteste Verfahren zur Detektion von Exoplaneten, der Großteil der Entdeckungen beruht auf dieser Methode.

- **Transitmethode** Falls die Inklination des Systems ~ 90 beträgt, so zieht der Planet aus unserer Sicht periodisch vor seinem Zentralgestirn vorbei. Diese Teilbedeckungen erzeugen periodische Absenkungen in der Helligkeitskurve des Sterns. Mit Hilfe hochpräziser Photometrie lassen sich diese Absenkungen nachweisen. Aus der Gestalt der Lichtkurve ist es sogar möglich, den Radius des Exoplaneten zu bestimmen. Messbar ist der Effekt für Planeten die in etwa mindestens die Größe des Jupiter haben.
- **Microlensing** Diese Nachweismethode basiert auf dem **Gravitationslinseneffekt**, dabei wird das Licht eines Hintergrundobjektes durch einen Vordergrundstern verstärkt. Misst man die Lichtkurve des Vordergrundsterns, so erhält man auch die Lichtkurve des Hintergrundobjektes. Bewegt sich in diesem Moment ein Planet im System des linsenden Sterns zwischen Vorder- und Hintergrundstern vorbei, so entsteht ein charakteristischer Peak in der sonst sehr symmetrischen und störungsfreien Lichtkurve. Es handelt sich dabei um das einzige Verfahren, welches ohne Licht von Stern oder Planet auskommt, die eigentliche Lichtquelle stellt der Hintergrundstern dar.