

Astronomie II - Zusammenfassung Kapitel 10.1 (Bo)

Unser Sonnensystem und dessen Entstehung

Planeten und Monde Grundsätzlich teilt man die (mittlerweile) acht Planeten unseres Sonnensystems in die Gruppe der **terrestrischen** und der **iovanischen** Planeten ein: Während **Merkur, Venus, Erde** und **Mars** erdähnliche (terrestrische) Planeten sind, gehören die übrigen Planeten **Jupiter, Saturn, Uranus** und **Neptun** der Gruppe der Jupiterähnlichen Gasplaneten an. Iovianische Planeten sind wesentlich größer und massereicher als die terrestrischen Planeten, jedoch weniger dicht. Auffällig ist, dass terrestrische Planeten wenige oder gar keine Monde besitzen, die Gasplaneten jedoch etliche Trabanten haben, wie bspw. Jupiter, der über 60 Monde besitzt. Einige der sehr großen Monde (Io, Titan) zeigen sogar terrestrische Eigenschaften wie vulkanische Aktivität oder eine Gasatmosphäre. Die Erde nimmt hier eine Sonderrolle ein: Sie hat zwar nur einen Mond, der ist jedoch sehr groß, viel größer als er für einen Planeten von Erdgröße sein dürfte. Außerdem gibt es in unserem Sonnensystem noch einige Zwergplaneten, wie **Pluto, Ceres** oder **Eris**.

Kleinere Objekte Außer den Planeten befinden sich noch sehr viele kleinere Objekte im Sonnensystem, wie beispielsweise die **Asteroiden**. Asteroiden sind *planetenähnliche* Objekte, welche sich auf Kepler'schen Umlaufbahnen um die Sonne bewegen. Der Großteil der Asteroiden befindet sich im **Asteroidengürtel**, welcher sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter befindet. Zwischen diesen Asteroiden befindet sich sehr viel Staub und sehr kleine Objekte, die **Meteoroiden** genannt werden. Ihre Größe reicht von einigen Metern bis zu wenigen Zentimetern. Die letzte Klasse von kleinen Objekten im Sonnensystem stellen die **Kometen** dar. Dies sind Gesteins- / Eisbrocken, welche durch ihr Aussehen charakterisiert werden: Nähern sie sich der Sonne, so bilden sie einen auffälligen und weithin sichtbaren Schweif aus verdampftem Wasser und Staub aus. Man unterscheidet **wiederkehrende** Kometen, welche sich auf einer oft stark elliptischen, aber dennoch stabilen Bahn um die Sonne bewegen, und **nicht wiederkehrende** Kometen, welche einer Parabel- oder Hyperbelbahn um die Sonne folgen und das Sonnensystem danach für immer verlassen. Die meisten Kometen stammen vermutlich aus dem **Kuiper-Gürtel**, welcher sich weit außerhalb der Neptunbahn befindet.

Die Titius-Bode-Reihe Die Titius-Bode-Reihe beschreibt eine numerische Beziehung, nach der sich die Abstände der meisten Planeten von der Sonne mit einer einfachen mathematischen Formel näherungsweise allein aus der Nummer ihrer Reihenfolge herleiten lassen.

$$a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n \quad a: \text{Entfernung von der Sonne in AU}$$

In dieser Formel bezeichnet n die fortlaufende Nummer des Planeten, von der Sonne an gezählt. n trägt die Werte: $n = -\infty, 1, 2, 3, \dots$ Für $n = 3$ ergibt sich dabei die Entfernung zum oben erwähnten Asteroidengürtel. Bis heute ist nicht klar, ob diese Regel einen numerischen Zufall darstellt, oder ob die Entfernungen tatsächlich einem darart einfachen Schema folgen.

Entstehung des Sonnensystems Eines der größten Probleme bei der Untersuchung unseres Sonnensystems stellt die nicht zu erwartende Verteilung des **Drehimpulses** dar. Obwohl die Sonne 99,9% der Masse des Systems beinhaltet, hat sie nur ca. 1% des Gesamtdrehimpulses, den größten Anteil hat Jupiter. Die Entstehung der inneren terrestrischen und der äußeren jovianischen Planeten könnte erklärt werden durch einen **Temperaturgradienten**. Ähnlich wie in Akkretionsscheiben, in welchen sich **Doppelsternsysteme** ausbilden ($T \sim r^{-3/4}$), könnte es auch im frühen solaren Nebel unseres Sonnensystems eine Abhängigkeit der Temperatur von der Entfernung zum Zentrum gegeben haben; diese ergibt zwei wichtige Grenzentfernungen zur Sonne: Ab einer Entfernung von ca. **5 AU** (ca. Jupiterentfernung) ist es kalt genug gewesen, damit Wasser aus dem solaren Nebel zu **Wassereis** kondensieren konnte. In einer Entfernung von ca. **30 AU** (ca. Neptunentfernung) war es dann so kalt, dass **Methaneis** kondensieren konnte.

Der Anfang des Sonnensystems

- Teil einer großen Molekülwolke kollabiert \rightsquigarrow Sterne verschiedener Massen entstehen
- Ein sehr massereicher Stern explodiert als SN, der expandierende SNR komprimiert ein dichtes Wolkenfragment welches kollabiert, der **protosolare Nebel** unseres Systems entsteht
- Der Nebel bildet eine rotierende Akkretionsscheibe aus; beim Kollabieren beschleunigt sich die Rotation
- Während der innerste Teil zur **Protosonne** wird (1 Sonnenmasse), entfallen auf die gesamte restliche Scheibe ca. 0,04 Sonnenmassen
- Aus Kollisionen von Staubteilchen bilden sich hunderte **Planetesimals** (sehr kleine, Planetenähnliche Objekte)
- In Sonnennähe vereinigen sich die Planetesimals zu **Venus** und **Erde**

- Wasserdampf aus der Scheibe kondensiert jenseits von Jupiter zu Wassereis, die äußeren Planeten wachsen stark an und akkretieren Gas aus dem sie umgebenden Nebel.
- Für die massereichen Planeten im äußeren Sonnensystem dauert der Akkretionsprozess wesentlich länger als für die inneren
- Außerhalb der Neptunbahn bleiben viele Planetesimals in Ihrer Ursprungsbahn und bilden den **Kuiper-Gürtel**. Eines der größten Objekte des Kuiper-Gürtels könnte Pluto sein
- Während der ersten 10^9 Jahre gibt es noch sehr viele Planetesimals die mit den jungen Planeten kollidieren. Dieses **Heavy Bombardment** ändert die Rotationsachse der Venus, schafft den Erdenmond und evtl. die Ringe der äußeren Planeten

Falls dieses Modell richtig ist, erlaubt es, unter der Annahme absoluter Naturgesetze und -konstanten, Schlüsse auf andere Extrasolare Planetensysteme.