

"Die Entdeckungsreise zu den Planeten"

AH 07/08-2006 Geschichte der Planetenentdeckungen

Astronomie; Fächerverknüpfung, Physik, Geschichte

[Die Entdeckungsreise zu den Planeten](#)

Siegfried Zedler

Die ersten Planeten (unseres Sonnensystems) fand man vor langer Zeit durch bloßes Hinsehen und genaues Beobachten. Bereits für die Suche nach äußeren Planeten jenseits von Saturn bedurfte es der Mathematik und Physik und besonderer Hilfsmittel wie Teleskop und Astrofotografie. Wie sich Planeten innerhalb des Sonnensystems verraten und wie die Planetenjäger versuchen, das Objekt ihrer Begierde zu finden, wird in Form von Modellvorstellungen, verschiedenen Aufgaben und Analogien vorgestellt.

Themen:

Astrofotografie, Keplersche Gesetze, Titius-Bodesche Reihe

Die Planeten unseres Sonnensystems

Die Planeten sind Himmelskörper wie die Erde, die sich auf fast kreisförmigen Bahnen um die Sonne bewegen und entlang der Ekliptik wandern. Dies liegt an der Entstehung unseres Sonnensystems (siehe rechts): Materie klumpt zusammen und rotiert, immer mehr kommt dazu und so entsteht eine Scheibe - im Mittelpunkt der Scheibe bildet sich der Stern, aus der Restmaterie in der Scheibe die Planeten, die sich somit in einer Ebene befinden.

MERKE: Wo Sonne und Mond zu finden sind, können auch Planeten gefunden werden.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Experiment 1

BILD-Datei „Entstehung.jpg“

Die Namen unserer Planeten

Unsere Sonne besitzt um die 9 Planeten – zusammen mit einer unbekanntem Anzahl kleinerer Gestirne, den Kometen, Meteoriten, Planetoiden und Asteroiden bilden sie das Sonnensystem. Alle Objekte des Sonnensystems werden von der Sonne beleuchtet. Sie werfen das Sonnen-Licht zur Erde zurück. Fixsterne dagegen und alle anderen Gestirne wie Galaxien, Gasnebel, Sternhaufen erzeugen ihr eigenes Licht.

MERKE: **Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unser Neues Planetensystem.
Merkur Venus Erde Mars Jupiter Saturn Uranus Neptun Pluto.**

Pluto ist der kleinste, Jupiter der größte der Planeten – die Summe der Massen aller übrigen Planeten ergibt nicht einmal die Hälfte der Jupitermasse.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Übungen 1a und 1b

BILD-Dateien „Planetenaussehen, Sonne, Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Pluto, Sonnensystem, Planetenneigung.jpg“

Himmliche Landstreicher

Ziemlich sicher hat jeder von uns schon einmal Planeten am Himmel gesehen. Die Sache ist nur die, dass für ein ungeschultes Auge Planeten wie Sterne aussehen, helle Sterne meistens. Man muss sich schon die Mühe machen und einen Blick auf eine Sternkarte werfen, um festzustellen, dass an dieser Stelle überhaupt kein Stern eingezeichnet ist. Planeten kann man nicht auf Sternkarten einzeichnen, weil sich ihre Positionen andauernd ändern. Schon innerhalb weniger Tage können sie sich gegenüber den „normalen“ Sternen merklich verschieben; Mars ist darin besonders gut. Man spricht auch von „Wandelsternen“ – das Wort „Planeten“ kommt aus dem Griechischen und heißt auch nichts anderes. Himmliche Landstreicher eben. Analog dazu nennt man die nicht-wandelnden Sterne Fixsterne, was „feste Sterne“ bedeutet.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Projekt 1

BILD-Datei „Sternkarte.jpg“

Wie Planeten am Himmel aussehen

Schauen wir uns einen Planeten, den man mit freiem Auge sehen kann, an. Es gibt ein typisches Merkmal, an dem man Planeten von Fixsternen in den meisten Nächten deutlich unterscheiden kann: Planeten funkeln nicht, sondern leuchten ganz ruhig. Das Funkeln der Sterne entsteht durch Luftunruhe in der Erdatmosphäre. Das breite Lichtbündel eines Planeten lässt sich davon kaum aus der Ruhe bringen, aber der dünne Strahl von den millionenfach weiter entfernten Fixsternen wird dadurch empfindlich gestört.

Umlaufzeit der Planeten

In der Astronomie ist die Umlaufzeit die Zeit, in der ein Himmelskörper eine vollständige Umrundung zu seinem Bezugspunkt vollführt. Hierbei ist zu beachten, dass es mehrere Bezugspunkte geben kann. So kann z.B. die Umlaufzeit des Mondes mit oder ohne Einrechnung der gleichzeitigen Bewegung der Erde um die Sonne angegeben werden. Normalerweise wird die Umlaufzeit gegen ein möglichst statisches Bezugssystem angegeben, wofür meist der Sternhimmel dient. Eine solche Umlaufzeit wird "siderisch" (relativ zu den Sternen) genannt. Der Bezug kann aber auch zum Beispiel die (scheinbare) Sonnenposition (synodische Periode) sein.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Projekt 2
BILD-Dateien „Siderisch-synodisch1, Siderisch-synodisch2.jpg“

Umlaufzeit und Entfernung: die Keplerschen Gesetze

Kepler stellte von 1609 bis 1619 drei Gesetze für die Bewegungen der Planeten auf:

1. Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.
2. Die Verbindungslinie zwischen Sonne und Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleichgroße Flächen.
Die momentane Bahngeschwindigkeit eines Planeten ist also umgekehrt proportional zu seiner momentanen Sonnen-Entfernung.
3. Das Quadrat des Verhältnisses der Umlaufzeiten zweier Planeten ist gleich der dritten Potenz des Verhältnisses ihrer mittleren Sonnen-Entfernungen.
Beispiel: Ein Planet, der für einen Umlauf die 5,2-fache Zeit benötigt als ein anderer, ist im Durchschnitt drei Mal so weit von der Sonne entfernt ($5,2^2 \approx 3^3$).

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Experiment 2 und 3
BILD-Dateien „Umlaufzeiten, Planetenbahnen, Planetenbewegungen.jpg“

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Übung 2

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Übung 3

Die Entfernungen der Planeten

Die Entfernungen der Planeten von der Sonne können durch ein relativ einfaches Gesetz recht genau bestimmt werden, die Titius-Bodesche-Regel (1766 von J.K.Titius bereits erkannt, durch Bode veröffentlicht): $a=0,4 + 0,3 \cdot 2^n$ mit $n=-\infty, 0, 1, 2, 4, 5$ und a mittlere Entfernung in AE. Uranus wurde erst 1781 von W.Herschel entdeckt ($n=6$) und die Lücke bei $n=3$ wurde erst 1801 durch winzige Planeten wie Ceres (Piazzi in Palermo) geschlossen. Max Wolf in Heidelberg ermöglichte ab 1891 durch die Himmelsfotografie die Entdeckung vieler weiterer Planetoiden. Neptun und Pluto fallen aus der Reihe, denn für $n=7$ ergibt sich nicht die Neptunentfernung, sondern ungefähr die des Pluto.

Die Titius-Bodesche Reihe ist eine empirisch gefundene 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.

Nach der Formulierung von Titius und Bode ergibt sich als Formel:

$$R_n = \frac{4 + 3 \times 2^n}{10}$$

Der Exponent n steht, beginnend bei Merkur, für die Folge der Werte $-\infty, 0, 1, 2, 3, 4, 5$ usw.

So ergibt 3×2^n von Merkur bis Saturn die Zahlenfolge 0, 3, 6, 12, 24, 48 und 96.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Übung 3

Maßstabsgerecht verkleinertes Modell unseres Sonnensystems

Über die Beobachtung der Planeten, der Messung ihrer Umlaufzeiten und schließlich der Berechnung der Verhältnisse ihrer Entfernungen ist es nun möglich, ein Modell unseres Sonnensystems aufzustellen. Dies ist hilfreich, um sich die extremen Größenverhältnisse und Distanzen der Objekte unseres Sonnensystems zu veranschaulichen, insbesondere der Sonne, der Planeten und ihrer Monde.

WORD-Datei "Entdeckungsreise zu den Planeten - Arbeitsblätter.doc" - Projekt 3

AUSBLICK:

Kann man die Entfernung eines Planeten von der Sonne absolut messen, ist es über das erstellte Modell möglich, alle Entfernungen anzugeben. Darum geht man auf die Suche nach einer Methode, die Entfernung Erde-Sonne (die Astronomische Einheit) in Kilometern zu messen.