

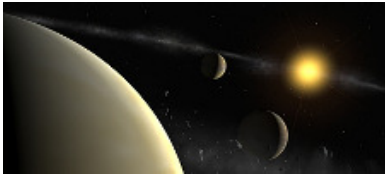


[Home](#) » [Sonnensystem](#) » [Planeten](#) » [Entstehungstheorien](#) » [Kollaps der Urwolke](#) » [Planetesimale](#) » [Kleinkörper](#) » [Klassifizierung](#) » [Erforschung](#) » [Lektüre](#) » [Multimedia](#) » [PDF](#) » [Exoplaneten](#)

Verwandte Themen: [Vulkanoiden-Gürtel](#) | [Asteroiden-Gürtel](#) | [Kuiper-Gürtel](#) | [Oortsche Wolke](#)

Delicious Mister Wong

Solare und extrasolare Planeten



Der Artikel erläutert grundlegende Elemente und Entwicklungsstufen, die zur Bildung von Planetensystemen im Universum - im speziellen auch unserem eigenen Solarsystem - geführt haben. Die Abhandlung soll einen kurzen Überblick über die Thematik der Evolution von solaren und extrasolaren Planeten geben und berücksichtigt weitestgehend den aktuellen Kenntnisstand aus Wissenschaft und Forschung.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht der solaren Planeten sowie einiger extrasolaren Planeten, soweit sie in diesem Dokument erwähnt wurden (die Objekte sind alphabetisch sortiert):

SOLARE PLANETEN			EXTRASOLARE PLANETEN		
Name	a	Durchmesser	Name	a	Durchmesser
Erde	1,00 AE	12.756 km	47 Ursae Majoris b	2,11 AE	? km
Jupiter	5,21 AE	142.984 km	51 Pegasi b	0,05 AE	? km
Mars	1,53 AE	6.805 km	54 Piscium b ⁶⁾	0,29 AE	? km
Merkur	0,39 AE	4.879 km	55 Cancri b ³⁾	0,12 AE	? km
Neptun	30,07 AE	49.528 km	55 Cancri c ³⁾	0,24 AE	? km
Saturn	9,54 AE	120.536 km	55 Cancri d ³⁾	5,77 AE	280.000 km
Uranus	19,20 AE	51.118 km	55 Cancri e ³⁾	0,04 AE	? km
Venus	0,72 AE	12.104 km	55 Cancri f ³⁾	0,78 AE	200.000 km
			Corot-exo-1b	? AE	510.000 km
			Gliese 436 b	0,03 AE	110.000 km
			Gliese 581 b	0,04 AE	100.000 km
			Gliese 581 c	0,07 AE	40.000 km
			Gliese 581 d	0,25 AE	50.000 km
			Gliese 86 Ab ^{4) 5)}	0,11 AE	? km
			Gliese 876 b	0,21 AE	280.000 km
			Gliese 876 c	0,13 AE	90.000 km
			Gliese 876 d	0,02 AE	? km
			HAT-P-2b ¹⁾	0,07 AE	340.000 km
			HD 13189 b	1,85 AE	? km
			HD 46375 b	0,04 AE	? km
			HD 69830 b	0,08 AE	? km
			HD 69830 c	0,19 AE	? km
			HD 69830 d	0,63 AE	? km
			HD 70642 b	3,30 AE	? km
			HD 149026 b	0,04 AE	200.000 km

SOLARE PLANETEN		EXTRASOLARE PLANETEN	
Name	a Durchmesser	Name	a Durchmesser
		HD 179949 b	0,04 AE ? km
		HD 188753 Ab	0,05 AE ? km
		HD 189733 b	0,03 AE 360.000 km
		HD 192263 b	0,15 AE ? km
		HD 209458 b	0,05 AE 190.000 km
		OGLE-TR-56b	0,02 AE 370.000 km
		OGLE-2005-BLG-390Lb	2,60 AE ? km
		TrES-4	0,05 AE 480.000 km
		u Andromedae b ²⁾	0,06 AE ? km
		u Andromedae c ²⁾	0,83 AE ? km
		u Andromedae d ²⁾	2,54 AE ? km

Name = Bezeichnung bis zum Kleinbuchstaben entspricht dem Namen des Sterns, um den die Planeten kreisen - bei Abweichungen ist eine Fußnote angegeben

a = Bahnhalbachse (halber Abstand zwischen Periapsis und Apoapsis)
 Periapsis = nächster Punkt der Bahn des Objektes um einen Zentralkörper
 Apoapsis = fernster Punkt der Bahn des Objektes um einen Zentralkörper
 AE = Astronomische Einheit (mittlere Entfernung Erde-Sonne = 149.597.870 km)

- 1) = Zentralgestirn ist HD 147506
- 2) = Zentralgestirn ist u Andromedae A
- 3) = Zentralgestirn wird auch als HD 75732 bezeichnet
- 4) = Zentralgestirn wird auch als HD 13445 bezeichnet
- 5) = auch als Gliese 86 b bezeichnet
- 6) = auch als HD 3651 b bezeichnet

Corot-exo = Exoplanet, der von der Sonde **CO**nvection **RO**tation and **pl**anetary **T**ransits entdeckt wurde
 HAT = Stern, der im Rahmen des **H**ungarian **A**utomated **T**elescope **N**etwork (**HATNet**) entdeckt wurde
 HD = **H**enry-**D**raper-Katalog
 MOA = Stern, der im Rahmen von **M**icrolensing **O**bservations in **A**strophysics (**MOA**) entdeckt wurde
 OGLE = Stern, der im Rahmen des **O**ptical **G**ravitational **L**ensing **E**xperiment (**OGLE**) entdeckt wurde
 TrES = Stern, der im Rahmen des **T**rans-**A**tlantic **E**xoplanet **S**urvey (**TrES**) entdeckt wurde

Die Angaben zur Bahnhalbachse, also der durchschnittlichen Entfernung des Planeten vom Zentralstern, sowie zum Durchmesser der extrasolaren Planeten sind, soweit bislang überhaupt bekannt, bestenfalls grobe Schätzungen, da genaue und vor allem direkte Beobachtungen bislang fehlen.

Theorien zur Entstehung des Sonnensystems

Zu unser Sonnensystem zählt man die **Sonne**, die neun Planeten und ihre Satelliten respektive Monde, die **Asteroiden**, **Kometen** und Meteoriten sowie interplanetaren Staub und Gas. Trotz ihrer Unterschiede hinsichtlich ihrer Erscheinungsbilder und Zusammensetzungen bilden die Mitglieder unseres Sonnensystems vermutlich eine Familie. Sie sind offensichtlich zur etwa gleichen Zeit entstanden. Es gibt nur wenige Hinweise darauf, dass die Himmelskörper von anderen Sternen oder aus dem interstellaren Raum eingefangen wurden.

Ein früher Versuch, den Ursprung dieses Systems zu erklären, ist die Nebelhypothese des deutschen Philosophen **Immanuel Kant** und des französischen Astronomen und Mathematikers **Pierre-Simon de Laplace**. Kant bezog diese Theorie auf die Entstehung und Entwicklung des Kosmos, während Laplace sich auf die Genesis des Sonnensystems beschränkte. Beiden Ansichten zufolge bildete sich das Sonnensystem aus einem rotierenden, sich verdichtenden Urnebel. Zweifel an dieser Theorie ließen einige Wissenschaftler verschiedene Katastrophenhypothesen in Betracht ziehen, z.B. die Annäherung der Sonne an einen anderen Stern. Solche Begegnungen sind extrem selten und die heißen, wellenartig zerrissenen Gase würden sich eher zerstreuen als zu kondensieren und Planeten zu bilden.

Neuere Theorien verbinden die Entstehung des Sonnensystems mit der Entstehung der Sonne selbst. Diese Entwicklung vollzog sich vor etwa 4,7 Milliarden Jahren. Der Zerfall und der gravitationsbedingte Zusammenbruch einer interstellaren Wolke aus Gas und Staub, möglicherweise durch die Explosion einer Supernova ausgelöst, könnte zur Bildung eines ursprünglichen Sonnennebels geführt haben. Die Sonne hätte sich dann im dichtesten, zentralen Bereich gebildet. In der Nähe der Sonne ist es so heiß, dass sich dort Silikate kaum bilden können. Diese Erscheinung kann der Grund dafür sein, dass es in der Nähe der Sonne einen Planeten wie den **Merkur** gibt, der eine relative dünne Silikathülle und einen ungewöhnlich

großen und dichten Eisenkern besitzt. (Eisenstaub und -dampf verdichten sich in der Nähe des Zentrums eines Solarnebels leichter als Silikate.) In größeren Entfernungen vom Zentrum des Solarnebels kondensierten Gase zu solchen Feststoffen wie wir sie heute auf dem **Jupiter** und außerhalb vorfinden. Ein Hinweis auf eine mögliche Supernovaexplosion findet sich in Form von Spuren von anomalen Isotopen in winzigen Einschlüssen in einigen Meteoriten. Der Zusammenhang zwischen der Planetenbildung und der Entstehung von Sternen legt den Schluß nahe, dass Milliarden anderer Sterne in unserer Galaxie auch Planeten haben könnten.

Man nimmt also an, dass sich Planetensysteme wie das Sonnensystem zusammen mit ihrem Zentralgestirn aus Materiewolken bilden, die unter dem Einfluss ihrer eigenen Gravitationskraft kollabieren, d.h. in sich zusammenfallen. Die ersten **Sterne**, die aus dem ursprünglichen vorhandenen Wasserstoff und Helium nach dem Urknall entstanden, konnten noch keine Planeten gehabt haben, weil keine schweren Elemente (beispielsweise Kohlenstoff und Eisen) vorlagen, aus denen sich Planeten hätten bilden können. Alle Planetensysteme sind also Gebilde der zweiten oder späteren Generation und entstanden aus den Resten früherer Sternenerationen, in denen schwere Elemente aus der Kernfusion hervorgegangen waren und durch Sternexplosionen in den Raum hinausgeschleudert wurden.

Kollaps der Urwolke

Planetensysteme können sich nicht einzeln bilden. Die interstellaren Wolken sind so riesig, dass durch den Sternenkollaps sehr viele Bruchstücke entstehen, aus denen einige hundert Sonnen wie die unsere hervorgehen können. Diese Materiewolken sind sozusagen die Brutstätten für Sterne. Ein Beispiel hierfür ist der Orionnebel. In jeder Wolke liegt der Ursprung vieler Sterne, die dann so genannte offene Sternhaufen bilden. Ein solcher Sternhaufen verteilt sich, wenn die einzelnen Sterne ihren Bahnen in der jeweiligen Galaxie folgen.

Wenn die sich um ihre eigene Achse drehende Wolke beginnt, sich zusammenzuziehen, nimmt die Rotationsgeschwindigkeit immer stärker zu. Verschiedene Bruchstücke der Wolke nehmen einen entgegengesetzten Drehsinn an. Dadurch wird der gesamte ursprüngliche Drehimpuls der Wolke geteilt. Zusätzlich bildet sich um jeden neuen Stern, den man auch als Protosonne bezeichnet, ein Magnetfeld, mit dem Materie aus der weiteren Umgebung eingefangen wird. Diese magnetischen Einflüsse erweitern die räumliche Wirkung des Drehimpulses. Wenn der Kern des jeweiligen Wolkenbruchstückes kollabiert und einen Stern bildet, kann aber ein Teil der Materie durch den verbleibenden Drehimpuls vom Zentrum der Wolke ferngehalten werden. In so einem Fall entsteht eine flache Wolke aus Staub, die den neuen Stern umgibt. Die Entdeckung derartiger scheibenförmigen Wolken um neue Sterne herum bestätigt in den wesentlichen Punkten die derzeitigen Auffassungen über die Entstehung von Planetensystemen. In einem solchen System, z.B. dem Beta Pictoris im Sternbild Pictor, ist ein junger Stern tatsächlich beiderseits von einer dichten Wolke umgeben. Sie konnte bereits fotografiert werden und hat eine mehrfach so große Ausdehnung als unser gesamtes Sonnensystem.

Infolge der Wärmestrahlung des jungen Sternes diffundieren die leichteren Gasanteile der Wolke (hauptsächlich Wasserstoff und Helium) weg. Die zurückbleibende Materie besteht aus Milliarden kleiner Staubkörnchen, die zusammenstoßen und aneinander haften bleiben. Bei diesem Vorgang entstehen die ersten größeren Materiebrocken. Während der Strahlungsperiode des Sternes wird in seinem Inneren durch Kernfusionsprozesse Wasserstoff zu Helium umgesetzt. In dieser Zeit können die Materiebrocken einige Millimeter groß werden und sich in einer dünneren scheibenförmigen Wolke um den Stern sammeln. Diesen Prozess nennt man Akkretion (Zusammenballung). Er führt schließlich zu Brocken mit einem Durchmesser von rund einem Kilometer. Die entstandenen Gebilde ähneln dann den Asteroiden oder Planetoiden, die heute in großer Zahl zwischen Mars und Jupiter die Sonne umrunden.

Wenn die Brocken die genannte Größe erreicht haben, beginnen sie einander aufgrund der Gravitation stärker anzuziehen und bilden dann Schwärme, die den Stern umrunden. Dabei prallen sie von Zeit zu Zeit zusammen. Aufgrund der Gravitation kommen die Brocken einander im Durchschnitt immer näher. Die größten von ihnen (die ja die höchste Schwerkraft haben) ziehen das meiste Material an und können schließlich zu Planeten und Monden werden.

In unserem Sonnensystem gibt es vier sonnennahe Gesteins- bzw. erdähnliche Planeten: **Merkur**, **Venus**, **Erde** und **Mars**. Sie entstanden wahrscheinlich auf die eben beschriebene Weise. Weiter außen folgt der Asteroiden-Gürtel. Er besteht aus Material, das in mancher Hinsicht durchaus sehr repräsentativ für die Zusammensetzung der inneren Planeten ist. Die **Asteroiden** konnten sich nicht zu größeren Körpern (etwa Planeten) zusammenballen, da sie ständig durch die Gravitationskräfte des größten Planeten, Jupiter, beeinflusst werden. Jenseits des Asteroiden-Gürtels umrunden vier gigantische Gasplaneten die Sonne: **Jupiter**, **Saturn**, **Uranus** und **Neptun**. Sie sind wahrscheinlich typisch für Planeten, die sich in großer Entfernung vom zentralen Ursprungstern gebildet haben. In solchen Planeten sammelte sich die ursprünglich flüchtigere Materie. Daher bestehen sie vor allen aus Gas, auch wenn sie teilweise einen kleinen Gesteinskern aufweisen können.

Entwicklung von Planetesimalen im Sonnensystem

Die großen Gasplaneten sind aber nicht allein, sondern sie werden von Satelliten (Monden) und Ringen umrundet und stellen dabei so etwas wie den Zentralkörper eines Miniatur-Planetensystems dar. Einige der Monde bestehen vermutlich aus eingefangenen kosmischen Gesteinsbrocken, während viele Monde auf die gleiche Weise wie ihr Planet aus der Zusammenballung des Ausgangsmaterials hervorgingen, wobei die Anziehungskraft des Planeten die entscheidende Rolle spielte. Wenn große Himmelskörper infolge der Gravitationsanziehung aus Wolken oder aus Ansammlungen kleiner Brocken hervorgehen, dann ist leicht zu verstehen, dass sie - wie beschrieben - von einer Anzahl kleinerer Objekte umrundet werden. Das wäre ein Hinweis darauf, dass sich um neue Sterne Planetensysteme ausbilden.

Es gibt aber eine Einschränkung: Die vorstehenden Ausführungen gelten für **Sterne**, die, wie die **Sonne**, isoliert entstehen. Sehr viele Sterne sind aber keine Einzelgänger, sondern gehören zu Systemen aus zwei oder mehreren Sternen. Hier kann die Planetenbildung erschwert sein, weil keine stabilen Umlaufbahnen möglich sind. Die oben beschriebenen Vorstufen der Planeten unterliegen vielmehr wechselnden Einflüssen durch die Anziehungskräfte der Sterne. In solchen Systemen können sich nur Ansammlungen vieler Brocken bilden, wie im **Asteroiden-Gürtel** unseres Sonnensystems.

Sogar nachdem in der flachen Materiewolke um die junge Sonne die vier Hauptkörper entstanden waren, aus denen dann die vier inneren Planeten des Sonnensystems hervorgingen, gab es hier (relativ nahe der Sonne) noch viele kleinere Brocken, den so genannten Planetesimalen. Sie umkreisten die Sonne in eigenen Bahnen, wurden aber nach und nach von den vier Planeten eingefangen, wenn diese den Schwarm durchflogen. Die von Kratern übersäte Oberfläche des Mondes zeigt uns die Spuren solcher Einschläge, die auch nach der Entstehung der Planeten andauerten. Ähnliche Krater wurden mit Hilfe von Raumsonden auf dem **Merkur** fotografiert, der (wie der Mond) keine Atmosphäre hat, die infolge der Witterung die Krater hätte einebnen können. Es ist zu vermuten, dass das Bombardement typisch für die Art und Weise ist, in der sich die Planeten bilden - auch wenn wir die Details nur in unserem eigenen Sonnensystem untersuchen können. In diesem begannen sich vor rund 4,5 Milliarden Jahren die ersten Planeten zu bilden, d.h. zu der Zeit, als auch die Sonne in Form einer so genannten Protosonne entstand. Die oben erwähnten Einschläge endeten etwa vor vier Milliarden Jahren, abgesehen von gelegentlichen Einschlägen von Objekten. Vermutlich starben vor rund 65 Mio. Jahren die Dinosaurier nach dem Aufprall riesiger **Meteoriten** aus.

Nun sind Planeten, Asteroiden respektive Planetoiden und Monde aber nicht die einzigen Bestandteile von Planetensystemen. Neben diesen bekannteren Objekten gibt es noch die Kometen. Das sind Himmelskörper, die - verglichen mit einem Planeten oder Mond - jeweils nur eine geringe Masse haben. Sie umrunden in großer Anzahl den Zentralstern, allerdings weit außerhalb der Planeten. Die **Oortsche Wolke** gilt dabei als Quelle der langperiodischen Kometen in unserem Sonnensystem. Die mittleren Abstände der **Kometen** von der Sonne entsprechen fast der halben Entfernung zum nächsten Stern.

Entwicklung von Asteroiden und Kometen

Aus der ursprünglichen flachen Materiewolke um die **Sonne** herum gingen die Planeten hervor. Das Gebiet, in dem sich heute der **Asteroiden-Gürtel** befindet, enthielt die Wolke anfangs vermutlich genug Masse, um einen Planeten hervorzubringen, der viermal so schwer wie die **Erde** ist. Die Materiebrocken in diesem Gebiet umrundeten die Sonne in fast kreisförmigen Umlaufbahnen, ähnlich wie die Materie weiter innen, aus der sich die vier inneren Planeten bildeten. Die Brocken flogen meist ordentlich hintereinander, so dass sie selten und dann nur relativ sanft miteinander zusammenstießen. Daher konnten sie leicht aneinander haften bleiben, wenn sie sich getroffen hatten. Aber als nicht allzu weit entfernt durch Zusammenballung von Gasmassen der Planet **Jupiter** entstanden war, störte wohl sein Gravitationseinfluß die Bahnen dieser Objekte im heutigen Asteroiden-Gürtel. Als die elliptischen Bahnen der hier befindlichen Himmelskörper immer lang gestreckter wurden, wurden Begegnungen häufiger, denn die Bahnen unterschieden sich nun stärker. Daher stießen hier die bisher zusammengeballten Materiebrocken jetzt mit höheren Geschwindigkeiten zusammen. Somit blieben sie nicht mehr aneinander haften, um größere Körper (vielleicht sogar einen Planeten) zu bilden, sondern sie zerbrachen bei den Stößen. Vermutlich konnten sich acht Superasteroiden von der Größe des Mars gebildet haben, bevor sie wieder zerbrachen und heute zum Asteroiden-Gürtel gehören. Sogar **Mars** selbst kann ein Überbleibsel aus dieser Epoche der Entwicklung des Sonnensystems sein.

Von den vier Erdmassen an Materie, die im Asteroiden-Gürtel ursprünglich vorhanden waren, wurde alles bis auf rund 0,3% einer Erdmasse heraus geschleudert. Hierfür war vor allem die Gravitationskraft des Jupiter verantwortlich. Die Fragmente gelangten entweder in immer engere Umlaufbahnen, so dass sie

schließlich in die Sonne stürzten, oder in solche Bahnen, die sie ganz aus dem Sonnensystem heraus beförderten. Wahrscheinlich prallte einer der marsgroßen Superasteroiden auf seinem Weg zur Sonne mit der Erde zusammen. Dabei schmolz eine gewaltige Gesteinsmasse, wurde aus der Erde heraus geschleudert und geriet in eine Umlaufbahn um die Erde. Daraus wurde unser Mond, der nach und nach erkaltete und fest wurde.

Im inneren Teil des Sonnensystems, etwa bis hinaus zu den Asteroiden, war es anfangs heiß genug, dass das flüchtige Material verdampfen und nach außen diffundieren konnte. Aus dem zurückgebliebenen Material formten sich die Gesteinsplaneten und die Asteroiden selbst. Jenseits der Jupiterbahn war es so kalt, dass auch die flüchtigeren Substanzen fest wurden und es blieben: Wasser sowie (neben anderen) die Verbindungen Methan und Ammoniak. Vom Beginn an, als die ersten Teilchen sich zu größeren Brocken vereinigten, enthielten diese einen großen Anteil an Eis, wie ein sehr schmutziger Schneeball. Zahlreiche solche Brocken konnten sich im Lauf der Zeit zu großen Planeten vereinigen. Bei den Zusammenstößen wurde Wärme frei, so dass ein Teil des Eises schmolz und sogar verdampfte. Die hohe Gravitationskraft der riesigen Planeten hielt außerdem einen Teil des ursprünglich vorhandenen Wasserstoffes und Heliums fest. Das erklärt den heutigen Aufbau der großen Gasplaneten.

So gut wie alles Material, aus dem die großen Planeten entstanden, ballte sich letztlich aus unzähligen Eis- und Staubbrocken zusammen, so dass schließlich die Gravitationswirkung der Gasplaneten wirksam wurde und weitere Entfernung von der Sonne Brocken einfiel. Entsprechend gerieten auch Objekte im Asteroiden-Gürtel in den Einflussbereich des Jupiter. Einige dieser eisigen Brocken wurde in sehr sonnennahe Bahnen gezwungen, so dass sie verdampften. Andere dagegen wurden nach außen geschleudert und kamen in die Nähe der Gasplaneten. Von hier gelangten sie in Umlaufbahnen, die sie teilweise 100.000-mal so weit von der Sonne entfernten wie die Erde, also rund 15 Billionen Kilometer. In dieser gewaltigen gerieten die schmutzigen Schneebälle teilweise sogar in den Gravitationseinfluss anderer Sterne; dadurch wurden ihre Bahnen wieder runder, und sie bildeten eine das Sonnensystem umfassende Kugelschale mit **Kometen**. Man nennt diese Ansammlung die **Oortsche Wolke**. Man nimmt an, dass sich in ihr eine Billion Kometen befindet. Damit hätte unser Planetensystem mehr Kometen, als es Sterne in der ganzen Milchstraße gibt. Jedoch macht die Gesamtmasse aller dieser Kometen nur rund drei Erdmassen aus.

Näher bei uns, gerade jenseits der Umlaufbahn des **Neptun**, gibt es einen inneren Gürtel mit kurzperiodischen Kometen, den so genannten **Kuiper-Gürtel**. Er enthält etwa eine Milliarde Kometen. Der Zwergplanet **(134340) Pluto**, der lediglich aus historischen Gründen noch zu den Planeten gerechnet wird, stellt eher ein extremes Beispiel für einen eisigen Super-Kometen dar, wie er für den Kuiper-Gürtel typisch ist.

Alle diese Erkenntnisse beruhen nur auf Untersuchungen am Sonnensystem. Jedoch sind die Wissenschaftler davon überzeugt, dass es ähnliche Kometenwolken auch um andere Planetensysteme gibt. Mitte der neunziger Jahre identifizierten Astronomen einige Systeme, in denen Sterne von Planeten umgeben sind, deren Größe mit der des Jupiter vergleichbar ist. Zwangsläufig hat auch dort die Gravitationswirkung solcher Riesenplaneten das eisige Material in eine Ansammlung ähnlich der Oortschen Wolke befördert, während sich das betreffende Planetensystem entwickelte.

Klassifizierung von Objekten als Planeten

Mit der Entdeckung von Kuiperoiden wie **(90482) Orcus** (ex 2004 DW), **(50000) Quaoar** (ex 2002 LM₆₀), **(20000) Varuna** (ex 2000 WR₁₀₆) und **(136199) Eris** (ex 2003 UB₃₁₃), die alle Durchmesser von mehr als 1.000 Kilometern aufweisen, rückt eine schon seit mehreren Jahren geführte Diskussion nach einer Definition des Begriffes Planet wieder stärker in den Fokus wissenschaftlicher Betrachtungen. Schon Ende des letzten Jahrhunderts vertrat eine Großteil der professionellen Astronomen die Auffassung, dass **(134340) Pluto**, mit einem Durchmesser von rund 2.390 Kilometern wesentlich kleiner als der Planet **Merkur** und nicht viel größer als viele große transneptunische Objekte, nicht mehr zu den klassischen Planeten gezählt werden kann. Final ausgelöst wurde die Diskussion mit der Entdeckung des Objektes **(136199) Eris**, welches übergangsweise auch einmal den provisorischen Namen Xena trug. Mit einem Durchmesser von rund **2.400 Kilometern** ist es etwas größer als der Zwergplanet **(134340) Pluto**.

Im August 2006 hat die **International Astronomical Union (IAU)** erstmals in der Geschichte der modernen Astronomie eine allgemeingültige Definition des Begriffes Planet verabschiedet. Demnach gilt ein Objekt als Planet, wenn es die folgenden Voraussetzungen erfüllt:

- Der **Mittelpunkt der Umlaufbahn** des Objektes ist ein Stern, wobei die Umlaufbahn in etwa kreisförmig sein muss und das Objekt selbst kein Stern sein darf.
- Das Objekt hat eine **Kugelform**, die in der Regel nur dann erreicht wird, wenn es selbst über genügend Masse und somit ausreichend Gravitation verfügt.

- Das Objekt muss einen wesentlichen **Einfluss auf seine Nachbarschaft** haben. D.h., es hat aufgrund der eigenen Gravitation kosmisches Material in seiner Nachbarschaft freigeräumt.

Dieser Definition zu folge gilt (134340) Pluto, sowohl hinsichtlich seines inneren Aufbaus als auch bezüglich seiner Größe und Umlaufbahn als transneptunisches Objekt aus dem **Kuiper-Gürtel** eingestuft, nicht mehr als klassischer Planet. Pluto wird, ähnlich (136199) Eris, aber auch (1) Ceres in die neu geschaffene Klasse der Zwergplanet eingeteilt.

Die offizielle Definition des Begriffes Planet und der damit verbundenen Degradierung von (134340) Pluto als Planet ist nicht unumstritten. Aus historischen Gründen setzen sich verschiedene Gruppen dafür ein, den Status als Planet für (134340) Pluto beizubehalten. Systematisch ist das jedoch nicht zu begründen, ohne anderen, zum Teil größeren transneptunischen Objekten ebenfalls den Status eines Planeten zu verleihen.

Die Objekte im Sonnensystem werden demnach hinsichtlich ihrer **Größe** wie folgt eingeteilt:

Gruppe	Objekte
Planeten	Merkur Venus Erde Mars Jupiter Saturn Uranus Neptun
Zwergplaneten	(1) Ceres (134340) Pluto (136108) Haumea (136199) Eris (136472) Makemake sowie einige Kandidaten ¹⁾
Kleinplaneten	(2) Pallas (3) Juno (4) Vesta (45) Eugenia (433) Eros (20000) Varuna (28978) Ixion (50000) Quaoar (90377) Sedna (90482) Orcus sowie mehrere Tausend weitere Objekte ²⁾
Kometen	Bradfield Encke Churyumov-Gerasimenko Hale-Bopp Halley Hyakutake Ikeya-Seki Schwassmann-Wachmann ³⁾ Shoemaker-Levy ⁹⁾ Tempel-Tuttle Whipple Wirtanen sowie mehrere Tausend weitere Objekte ³⁾

Objekt = vollständige Liste bei Planeten und Zwergplaneten

1) = Kandidaten sind: Charon, (19308) 1996 TO₆₆, (19521) Chaos, (20000) Varuna, (28978) Ixion, (50000) Quaoar, (55565) 2002 AW₁₉₇, (55636) 2002 TX₃₀₀, (55637) 2002 UX₂₅, (84522) 2002 TC₃₀₂, (90482) Orcus und (90377) Sedna)

2) = sowohl Asteroiden als auch transneptunische Objekte aus dem Kuiper-Gürtel

3) = unklare Abgrenzung zwischen Kometen und transneptunischen Objekten aus dem Kuiper-Gürtel

Die Objekte im Sonnensystem werden demnach hinsichtlich ihrer **Umlaufbahn** wie folgt eingeteilt:

Gruppe	Objekte
Vulkanoiden-Gürtel ¹⁾	bislang keine Objekte bekannt
Innere Planeten	Merkur Venus Erde

Objekte = vollständige Liste bei Inneren und Äußeren Planeten

1) = nur theoretisch angenommen

2) = unklare Abgrenzung zwischen Kometen und transneptunischen Objekten aus dem Kuiper-Gürtel

Gruppe	Objekte
Asteroiden-Gürtel	(2) Pallas (3) Juno (4) Vesta (45) Eugenia (433) Eros sowie mehrere Tausend weitere Objekte
Äußere Planeten	Mars Jupiter Saturn Uranus Neptun
Kuiper-Gürtel	(20000) Varuna (28978) Ixion (50000) Quaoar (90377) Sedna (90482) Orcus (134340) Pluto (136108) Haumea (136199) Eris (136472) Makemake sowie mehrere Tausend weitere Objekte ²⁾
Oortsche Wolke	(90377) Sedna Bradfield Encke Churyumov-Gerasimenko Hale-Bopp Halley Hyakutake Ikeya-Seki Schwassmann-Wachmann 3 Shoemaker-Levy 9 Tempel-Tuttle Whipple Wirtanen sowie mehrere Tausend weitere Objekte ²⁾

Objekte = vollständige Liste bei Inneren und Äußeren Planeten

1) = nur theoretisch angenommen

2) = unklare Abgrenzung zwischen Kometen und transneptunischen Objekten aus dem Kuiper-Gürtel

Ein über lange Zeit favorisiertes Modell sah die folgende, in erster Linie an den inneren Aufbau der Objekte angelehnte Klassifizierung vor:

■ **Terrestrische Planeten** oder **Erdähnliche Planeten**

Die Objekte verfügen über einen Aufbau, der der Erde ähnlich ist. D.h. sie bestehen vorwiegend aus festen Materialien, verfügen über eine Oberfläche aus einer festen Gesteinkruste und sind nahezu rund. Letzte Eigenschaft wäre ein wichtiger Unterschied, zu den oftmals unregelmäßig geformten Asteroiden. Hierzu zählen die Planeten **Merkur**, **Venus**, **Erde** und **Mars**.

■ **Gasplaneten** oder **Gasgiganten**

Die Objekte sind zu einem großen Teil aus gasförmigen Substanzen aufgebaut und sie verfügen somit nicht über eine feste Oberfläche. In diese Gruppe werden die Planeten **Jupiter**, **Saturn**, **Uranus** und **Neptun** eingeordnet.

■ **Transneptunische Planeten** oder **Transneptunische Objekte**

Die Objekte sind aus einer (porösen) Mischung von festen Materialien wie Gestein und Fels sowie Eis zusammengesetzt. Sie verfügen typischerweise über eine feste Kruste bzw. Oberfläche. Typische Vertreter dieser Gruppe wäre die große Gruppe der Objekte aus dem **Kuiper-Gürtel**, also **(90482) Orcus**, **(134340) Pluto**, **(50000) Quaoar**, **(20000) Varuna** und **(136199) Eris**.

Die sprachliche Abgrenzung der Begriffe Kleinplanet, Kleinkörper und Zwergplanet gegeneinander sowie den Begriffen Asteroid bzw. Planetoid, transneptunisches Objekt und Komet zueinander wird im Abschnitt **Kleinplaneten** erläutert.

Erforschung von solaren und extrasolaren Planetensystemen

Der Erforschung der einzelnen Planeten, Monde, Asteroiden und Kometen steht stets im Kontext der Erweiterung der fundamentalen Kenntnisse von unserem gesamten Sonnensystem. Neben den Missionen von Raumsonden zur Erforschung einzelner Objekte werden in den kommenden Jahren eine Reihe weiterer Großprojekte, wie beispielsweise das [Next Generation Space Telescope](#) (NGST) und der [Terrestrial Planet Finder](#) (TPF) im Rahmen des Origin Program der NASA auch die Entwicklung und Evolution fremder Planetensysteme untersuchen. Auch dieser Bereich wird helfen, das Grundverständnis von der Entwicklung unseres Sonnensystems zu verbessern.

Weitere Informationen zum Thema solare und extraterrestrische Planeten sind auf den folgenden Websites verfügbar:

- [Einführung zum Thema Sonnensystem vom JPL Solar System](#)
- [Informationen über das Sonnensystem von William A. Arnett's The Nine Planets](#)
- [Portrait des Sonnensystems von Calvin J. Hamilton's Views of the Solar System](#)
- [William A. Arnett's The Nine Planets](#)
- [Solar System des Institute for Astronomy der University of Hawaii](#)
- [Solar System Exploration der National Aeronautics and Space Administration \(NASA\)](#)
- [Rubrik Sonnensystem des Open Directory Project \(ODP\)](#)
- [Nomenklatur des Sonnensystems vom U.S. Geological Survey](#)
- [Bericht über die Datierung des ältesten Materials des Sonnensystems](#)
- [Geschichte, Gegenwart und Zukunft der Suche nach extrasolaren Planeten von George H. Bell](#)
- [Enzyklopädie der extraterrestrischen Planeten](#)
- [Übersicht der bislang gefundenen extrasolaren Objekten von Mike Matessa](#)
- [Bericht über die Notwendigkeit von Riesenplaneten für die Existenz von Leben in Sonnensystemen](#)
- [Artikel über die Existenz von Wasser im Frühstadium des Sonnensystems](#)
- [Artikel über die Entdeckung eines Staubrings im Sonnensystem](#)
- [Tod von Komet Komet C/1999 S4 erhellt Entstehung des Sonnensystems](#)
- [Artikel über Miniplaneten in der Jungphase des Sonnensystems](#)
- [Artikel über eine Neudefinition des Begriffes Planet und mögliche Auswirkungen](#)
- [Artikel über die Ursache hoher Metallkonzentrationen bei Sternen mit Planeten](#)
- [Europa auf der Suche nach Exoplaneten](#)
- [Theorie zur Existenz von extraterrestrischen Leben](#)
- [Theorie zur Anzahl von sonnenähnlichen Sternen mit Planeten in der Milchstraße](#)
- [Simulation von Staubscheiben um sonnenähnliche Sterne zeigt mögliche Exoplaneten](#)
- [Theorie zur Häufigkeit von Asteroiden- und Kometeneinschlägen auf Planeten](#)

Auch extrasolaren Sonnensysteme stehen dank der in den vergangenen Jahren stetig besser werdenden Beobachtungsmöglichkeiten in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus der Astronomen. Eine Reihe ausgewählter Meldungen über die Entdeckung und Beobachtung von extrasolaren Planetensystemen und planetenähnlichen Objekten wie Planemos oder Braunen Zwergen ist in der [Liste der Exoplaneten](#) zu finden.

Der Katalog [The Extrasolar Planets Encyclopædia](#) ist eine Sammlung von Informationen über extrasolare Planeten. Eine kompakte Übersicht der Exoplaneten ist im [Johnston's Archive Astronomy and Space](#) zu finden.

Für weitere Recherchen sind der Preprint-Server [arXiv](#) sowie die teilweise kostenpflichtigen Online-Archive der Zeitschriften [Bild der Wissenschaft](#) und [Spektrum der Wissenschaft](#) zu empfehlen.

Die Querverweise zu den im Artikel genannten Personen verweisen in der Regel auf Einträge in der Online-Enzyklopädie [Wikipedia](#) und sind in deutscher Sprache.

DVD/Buch-Tipp zu solaren und extraterrestrischen Planeten

Es handelt sich um sehenswerte Dokumentationen respektive hochwertige Sachbücher mit einer Reihe von ergänzenden Informationen und Fakten rund um das Thema solare und extrasolare Planeten. Der Autor besitzt die DVDs und Bücher selbst und kann sie als weiterführende Lektüre empfehlen.

- DVD » [BBC-Dokumentation "Die Planeten" - Lebenszeichen / Der Todesstern](#)
- Buch » [The Birth of Stars and Planets](#)
- Buch » [Die Planeten](#)
- Buch » [Discovering the Solar System](#)

- Buch » [Introduction to Planetary Science - The Geological Perspective](#)
- Buch » [Die große National Geographic Enzyklopädie Weltall](#)
- Buch » [The Compact NASA Atlas of the Solar System](#)

Die Empfehlungen verweisen auf Angebote von Thalia und/oder den Verlag Komplett-Media und sind in deutscher oder englischer Sprache. Für die Verfügbarkeit kann keine Gewährleistung übernommen werden.

[Anfang des Dokuments](#) | [Toten Link melden](#) | [Informationen zum Copyright](#) | [Hilfe](#)
Dokument erstellt am 17.05.2000

