

■ Gewogen und für zu leicht befunden

Die Internationale Astronomische Union verabschiedet eine Planetendefinition und erkennt Pluto den Planetenstatus ab.

Seit Jahrzehnten haben Generationen von Schülern gelernt, dass unser Sonnensystem neun Planeten hat, deren Anfangsbuchstaben sich aus dem Merkspruch „Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unsere Neun Planeten“ ergeben. Erstaunlicherweise existierte bislang jedoch in Ermangelung eines besonderen Bedarfs keine eindeutige Definition, wann ein Himmelskörper zur Klasse der Planeten zu zählen ist. In den vergangenen Jahren machte jedoch die Entdeckung extrasolarer Planeten eine Definition notwendig. So entstand ein erstes Planetenkriterium zur Unterscheidung der Gasriesenplaneten von den Braunen Zwergen. Schließlich wurde auch ein Nachbar von Pluto entdeckt, dessen Masse diejenige von Pluto übersteigt. Damit saßen die Astronomen in der Bredouille: Entweder müssten sie das neue Objekt – zunächst Xena getauft, später aber in Eris umbenannt¹⁾ – in die Liste der Planeten aufnehmen oder aber Pluto daraus streichen.

Im Vorfeld der Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU), die im August in Prag stattfand, hatte eine Kommission als entscheidendes Kriterium für den Planetenstatus die Kugelform vorgeschlagen. Diese entsteht, wenn ein Körper auf Grund seiner eigenen Massenanziehung in ein hydrostatisches Gleichgewicht kommt – der Sieg der Gravitation über die Zähigkeit der Materie. Als Bonbon wurde auch gleich noch der Begriff Doppelplanet eingeführt für zwei Körper von Planetenmasse, die sich um einander bewegen und deren gemeinsamer Massenschwerpunkt außerhalb der beiden Körper liegt. Das ist bei Pluto und seinem bislang als Mond bezeichneten Begleiter Charon der Fall, im Gegensatz zu Erde und Mond. Mit dieser Definition hätten neben Eris auch Charon sowie der Kleinplanet Ceres Planetenstatus erhalten. Damit hätte es mindestens



Die größten bekannten Objekte im sog. Kuiper-Gürtel unseres Sonnensystems. Die Entdeckung von Xena (jetzt Eris) brachte Pluto um seinen Planetenstatus.

zwölf Planeten gegeben, denn es ist davon auszugehen, dass im sog. Kuiper-Gürtel noch viele Himmelskörper mit Plutomasse existieren.

12 plus versus 8

In Prag entspann sich nun eine hitzige Diskussion über die Varianten „12 Planeten plus“ bzw. „8 Planeten, ohne Pluto“, mit fast stündlich abgeänderten Resolutionen und Gegenvorschlägen. Schließlich fand sich eine nominelle Mehrheit von IAU-Mitgliedern für eine „8-Planeten-Resolution“, die Pluto vom „klassischen Planeten“ zum „Zwergplaneten“ degradiert.²⁾ Ein klassischer Planet muss nach dem neuen Kriterium seinen lokalen Orbit dominieren. Das mag sich gut anhören. Allerdings schweigt sich die Resolution darüber aus, was das genau heißt. Stattdessen soll eine neue Kommission die „Dominanz des Orbits“ definieren. Dass das Problem damit vertagt wurde, erklärt wohl auch den Unmut, der bis in die breite Öffentlichkeit reicht.

Diese Diskussion ist nicht neu: Von 1801 an galt auch der Kleinplanet Ceres für rund 50 Jahre

als „richtiger“ Planet. Mit seinen später entdeckten Nachbarn Pallas, Juno, Vesta und Astrea gab es dann 1845 zwölf bekannte Planeten in unserem Sonnensystem. 1851 war deren Zahl kurzfristig sogar auf 23 angestiegen. Um diese Inflation zu unterbinden, wurde die neue Klasse der Asteroiden eingeführt, die zwar wie die Planeten die Sonne umkreisen, jedoch wesentlich kleiner sind. Ohne diesen Schritt müssten die Schüler heute viele Planeten lernen: Die aktuelle Zahl der Asteroiden beträgt 342 358, jeden Monat werden gut 5000 neue gefunden.

Mit Neptun stieg die Zahl der Planeten 1846 wieder von sieben auf acht an. Seine Entdeckung war ein Triumph der theoretischen Astrophysik, denn seine Bahn wurde zunächst allein aus den Störungen vorhergesagt, die Neptun auf Uranus ausübt. In ähnlicher Weise sollte ein weiterer Planet X Ungereimtheiten in der Neptunbahn erklären. An der vorhergesagten Position wurde zwar Pluto entdeckt, aber später zeigte sich, dass seine Masse viel zu gering ist, um die Bahnabweichung von Neptun zu erklären.

1) Eris ist die Göttin der Zwietracht. Der Mond von Eris heißt nun nach der Eristochter Dysnomia: Der Dämon der Gesetzlosigkeit. Dysnomia ist außerdem eine Wortfindungsstörung.

2) Seit September 2006 hat Pluto wie ein gewöhnlicher Asteroid eine Kleinplanetennummer (134340). Ceres ist hier die Nummer 1.

Dieser lag de facto eine falsche Massenabschätzung für Neptun zu Grunde. Erst die Entdeckung des Plutomondes Charon im Jahr 1978 ermöglichte es, die Plutomasse mit Hilfe des 3. Keplerschen Gesetzes zu bestimmen. Pluto ist demnach nicht nur über 25-mal leichter als Merkur, sondern auch wesentlich leichter als unser Mond.

Das Planetensystem umfasste zu diesem Zeitpunkt vier erdähnliche Planeten, vier Gasriesen à la Jupiter und eben Pluto als Außenseiter. In den 90er-Jahren gelang es jedoch mit modernen Beobachtungsmethoden, einen ganzen Stall voll Pluto-ähnlicher Objekte im sog. Kuiper-Gürtel zu entdecken. Die „Plutinos“ zum Beispiel teilen sich den Orbit mit Pluto und weisen wie er eine Umlaufzeit auf, die das 1,5-fache des Neptunjahres beträgt. Unter Astronomen bürgerte sich langsam ein, von Pluto als dem Prototypen der Trans-Neptunischen-Objekte zu sprechen, als größter bekannter Körper im Kuiper-Gürtel wurde er aber weiter als Planet geführt.

Pluto auf dem Abstellgleis?

Nun hat sich die IAU gegen Pluto entschieden, sicher auch, um die Planetenzahl nicht stetig wachsen zu lassen. Der offizielle Grund ist jedoch, dass sich Pluto wie auch die anderen Kandidaten in einem Punkt wesentlich von den anderen Planeten unterscheiden: Sie sind auf ihrem Orbit nicht allein, sie dominieren nicht ihre Umlaufbahn. Leider kam es in der Hektik um die Planetendefinition nicht mehr zu einer Übereinkunft, was Dominanz hier genau bedeutet. Ein dynamisches Kriterium wäre [1]: Wie schwer muss ein Körper sein, um seine Umlaufbahn von anderen Körpern innerhalb des Alters des Universums als oberer zeitlicher Schranke „freizufegen“?

Dabei geht es darum, dass ein Objekt seine Nachbarschaft vom „Bauschutt“ der Planetenentstehung befreit. Als wachsender junger Stern umgab unsere Sonne eine sich schnell drehende Scheibe aus Eis- und Gesteinskörnchen. Diese Brocken bildeten bei Zusammenstößen untereinander immer größere

Körper bis hin zu Planeten [2]. Das dabei nicht verbrauchte Material, von Staubkörnchen- bis zu Asteroidengröße, wurde dann noch lange von den jungen Planeten mit Hilfe der Gravitation im Sonnensystem herumgewirbelt. Als Effekt fegten die Planeten ihre direkte Umgebung frei von Überresten der Planetenentstehung.³⁾ Die typische „Fege-rate“ $\Lambda = kM^2/P$ hängt von der Masse M und der Umlaufzeit um die Sonne P des Planetenkandidaten ab und ist umso höher, je massiver ein Planet ist und umso höher seine Umlaufgeschwindigkeit ist (Tab.); k ist eine Konstante. Die zugehörige Zeit (das Inverse der Rate) ist demnach bei den klassischen Planeten wesentlich kürzer als bei „Pluto et al.“. An diesem Kriterium mag irritieren, dass der Planetenstatus nicht allein von den Eigenschaften des Objekts abhängt, sondern vom Abstand zur Sonne und von der Sonnenmasse.

Ähnliches gilt für ein Kriterium, das die Dominanz eines Körpers retrospektiv feststellt. Dazu kann man einen Planeten-Diskriminator μ einführen als Verhältnis aus der Masse eines Kandidaten und der Restmasse an anderen Körpern von Asteroiden bis zu Staubbrocken, die sich im gleichen Orbit aufhalten [3] (Tab.). Auch hinsichtlich dieses Kriteriums sind die Umlaufbahnen der „klassischen Planeten“ viel sauberer als die der „Zwergplaneten“. Die Massenbestimmung der „anderen Objekte“ wird sich aber noch als harte Nuss herausstellen, wenn es um extrasolare Planeten geht.

Diese beiden Kriterien sind bis-

Die größten Objekte im Sonnensystem			
Objekt	Masse (M_E)	Λ/Λ_E	μ
Merkur	$5,5 \times 10^{-2}$	$1,26 \times 10^{-2}$	$9,1 \times 10^4$
Venus	$8,15 \times 10^{-1}$	1,08	$1,35 \times 10^6$
Erde	1,00	1,00	$1,7 \times 10^6$
Mars	$1,07 \times 10^{-1}$	$6,1 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^5$
Ceres	$1,5 \times 10^{-4}$	$8,7 \times 10^{-9}$	0,33
Jupiter	$3,177 \times 10^2$	$8,51 \times 10^3$	$6,25 \times 10^5$
Saturn	95,2	$3,08 \times 10^2$	$1,9 \times 10^5$
Uranus	14,56	2,51	$2,9 \times 10^4$
Neptun	17,1	1,79	$2,4 \times 10^4$
Pluto	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,95 \times 10^{-8}$	$7,7 \times 10^{-2}$
Eris	5×10^{-3}	$3,5 \times 10^{-8}$	0,10

Massen und vorgeschlagene „Planetenkriterien“ (vgl. Text) für Planeten und die größten „Nicht-Planeten“ (blau) in unserem Sonnensystem.

lang nur Vorschläge. Derzeit lässt sich nicht abschätzen, bis wann eine Kommission die Details ausgearbeitet hat und ob die Planetendefinition davor noch geändert wird. Neue Entdeckungen von „planetartigen Körpern“ gerade um andere Sterne machen jedoch eine möglichst allgemeine Definition wünschenswert. Die jetzige Definition ist explizit nur für unser Sonnensystem gültig. Die Forschung wird der Streit um eine korrekte Klassifizierung aber wohl nicht beeinträchtigen. Wie sagte schon Franz Kafka: „Nur, weil der Arzt einen Namen für deinen Zustand findet, heißt das noch nicht, dass er weiß, was dir fehlt.“

Hubert Klahr

- [1] S. A. Stern und H. F. Levison, Highlights Astron. 12, 205 (2002), www.boulder.swri.edu/~hal/PDF/planet_def.pdf
- [2] H. Klahr und W. Brandner, Planet Formation, Cambridge University Press, Cambridge (2006)
- [3] S. Soter, eingereicht bei Astron. J., arXiv:astro-ph/0608359 (2006).

3) Der Asteroidengürtel existiert quasi, weil Jupiter verhinderte, dass dort ein Planet entsteht.

Dr. Hubert Klahr, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, 69117 Heidelberg

KURZGEFASST

■ Pulsare bestätigen Einstein

Der Doppelpulsar PSR J0737-3039A/B besteht aus zwei Neutronensternen, die als Radiopulsare „sichtbar“ sind. Aufgrund der in diesem System auftretenden hohen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen eignet es sich besonders, um die Allgemeine Relativitätstheorie zu testen. Die gemessenen Abweichungen der klassischen Kepler-Bahn stimmen innerhalb einer Unsicherheit von nur 0,05 % mit den berechneten Werten überein. Auch drei weitere, unabhängige Tests an dem Doppelpulsar bestätigen Einstein.

M. Kramer et al., Science DOI: 10.1126/science.1132305

■ Teleportation zweier Qubits

Chinesischen und deutschen Physikern ist es an der Uni Heidelberg erstmals gelungen, einen Zustand mit zwei Qubits (realisiert durch Polarisationszustände von Photonen) zu teleportieren. Diese Übertragung eines Quantenzustands von einem System auf ein anderes ist essenziell für die Quanteninformatikverarbeitung. Q. Zhang et al., Nature physics, DOI: 10.1038/nphys417