



Auf der Jagd nach



Chris Maddaloni / Nature

Scott Sheppard von der Carnegie Institution of Science in Washington, D. C., ist einer der Astronomen, die nach noch unbekanntem Himmelskörpern am Rand unseres Sonnensystems suchen – und dabei hoffen, »Planet X« zu entdecken. Dieses bisher nur in der Vorstellung einiger Wissenschaftler existierende Objekt könnte viel größer als die Erde sein und dem Gasplaneten Neptun ähneln. Die künstlerische Illustration ist rein spekulativ (großes Bild).

Planet X

Gibt es in den Außenbezirken des Sonnensystems einen noch unbekanntem Planeten, größer als unsere Erde? Einige Astronomen sind davon überzeugt. Sie liefern sich einen Wettlauf bei der Suche nach diesem hypothetischen Himmelskörper, der rund 18000 Jahre für einen Umlauf um die Sonne benötigen würde.

Der Astronom Scott Sheppard geht routiniert seine Checkliste durch, während er sich auf eine lange Beobachtungsnacht am Subaru-Teleskop auf dem Mauna Kea in Hawaii vorbereitet. Die Luft über dem Gipfel: klar. Das Teleskop: funktioniert einwandfrei. Seine 3-Terabyte-Festplatte: leergeräumt und bereit, in den nächsten Stunden eine Flut neuer Daten aufzunehmen.

Drei Uhren an einer Wand im Beobachtungsraum geben die Zeit auf Hawaii, in Tokio sowie die koordinierte Weltzeit an. Bildschirme zeigen die aktuellen Wetterbedingungen auf dem Gipfel: Windrichtung, Temperatur und die gefürchtete Luftfeuchtigkeit, die bei einem Anstieg diese Beobachtungsnacht im November 2015 rasch beenden könnte.

Aber derzeit sind die Bedingungen fast perfekt, besonders was das so genannte Seeing angeht – ein Maß dafür, wie ruhig die Sterne am Himmel erscheinen. »Das Seeing beträgt 0,55«, sagt David Tholen, ein Astronom von der University of Hawaii in Manoa. »Viel besser geht es eigentlich nicht«, antwortet das dritte Mitglied seines Teams, Chad Trujillo vom Gemini Observatory in Hilo auf Hawaii. Sheppard, der einzige vom US-Festland stammende Forscher in dieser Gruppe, arbeitet an der Carnegie Institution of Science in Washington, D.C. Da das Wetter viel versprechend aussieht, zückt er sein Logbuch und beginnt damit, seine Beobachtungen für die nächsten zehn Stunden zu planen.

Eine Nacht am Subaru-Teleskop

Im Lauf der Nacht wird Sheppard den riesigen, 8,2 Meter großen Hauptspiegel des Subaru-Teleskops – einen der weltweit größten – systematisch auf verschiedene Stellen am Himmel richten. Stunden später wird er dieselben Himmelsareale ein weiteres Mal fotografieren, und danach noch ein drittes Mal. Durch Überlagern der zeitlich versetzt aufgenommenen Bilder können die drei Wissenschaftler leicht Objekte identifizieren, die sich über den Zeitraum von einigen Stunden ein klein wenig vor den Hintergrundsternen bewegt haben. Auf diese Weise lassen sich Himmelskörper ausfindig machen, die noch zu unserem Sonnensystem gehören, aber weiter entfernt sind als der äußerste Planet Neptun oder der Zwergplanet Pluto. Dort

außen, so vermuten einige Astronomen, wartet auch ein »Planet X« genanntes Objekt auf seine Entdeckung.

Sheppard hat bereits einige Ideen, wo man nach ihm suchen könnte. Auf seiner Liste für die Nacht stehen auch neue Aufnahmen eines Objekts, das er erst einen Monat zuvor aufgestöbert hatte. Um 21:20 Uhr – und erneut um 22:46 Uhr – richtet er das Subaru-Teleskop auf eine Region in der Nähe des Sternbilds Widder, wo er den Himmelskörper vermutet. Das Teleskop liefert die Aufnahmen, und Tholen verarbeitet sie sogleich. Nach einigen Minuten winkt er Sheppard heran: Sein grauer Bildschirm zeigt einen hellen Punkt, der sich gegenüber den Hintergrundsternen in den beiden Aufnahmen bewegt, wenn Tholen zwischen ihnen wechselt. »Da ist es«, sagt er zufrieden.

»Genau dort, wo es sein sollte«, sagt Sheppard. Es ist dasselbe Objekt, das er zuvor schon einmal beobachtet hatte, und es verdient einen Eintrag in seinem Logbuch: In einem Bild auf Speicherkarte 104, im Feld mit der Nummer 776, wurde ein Objekt in einer Entfernung von 90 Astronomischen Einheiten (AE), entdeckt. Dies entspricht dem 90-fachen Abstand

zwischen der Erde und der Sonne. Unklar ist noch, wie groß das Objekt oder ob es überhaupt wissenschaftlich von Interesse ist. Aber auf jeden Fall ist es einer der am weitesten entfernten Himmelskörper, die je in unserem Sonnensystem aufgespürt wurden.

Die Astronomen sind seit einigen Jahren in der Lage, Planeten zu entdecken, die andere Sterne umkreisen. Bislang wurden mehr als 3400 solcher Exoplaneten gefunden – zumeist mit indirekten Verfahren, die winzige Veränderungen in der Helligkeit oder im Spektrum der Sterne messen. Und doch sind die äußeren Regionen unseres eigenen Sonnensystems weitgehend unerforscht. Das liegt daran, dass die indirekten Methoden in den Außenbezirken des Sonnensystems nicht funktionieren und alle Objekte dort so lichtschwach sind, dass sie nur mit den größten Teleskopen der Welt erspäht werden können. Sheppard und Trujillo jagen nach den eisigen Welten, welche die Wissenschaftler in dieser weit entfernten Region vermuten. Der Lohn könnte die letzte große Entdeckung im Sonnensystem sein: ein Planet größer als die Erde, der die Sonne weit jenseits der Bahn von Pluto umläuft.

Verraten Kuipergürtelobjekte den Planeten X?

Einige der zum Sonnensystem gehörenden Kuipergürtelobjekte, die jenseits der Bahn des äußersten Planeten Neptun die Sonne umkreisen, haben weit gestreckte Umlaufbahnen (magenta). Deren Orientierung ist ungewöhnlich, denn sie sind alle annähernd gleich zur Hauptebene des Sonnensystems geneigt. Diese Ausrichtung kann nach Ansicht verschiedener Forscher nur durch eine äußere Kraft aufrecht erhalten werden. Eine Möglichkeit wäre das Schwerefeld eines Planeten auf einer weiten elliptischen Umlaufbahn (orange) mit dem Zehnfachen der Erdmasse. Dieser noch hypothetische Himmelskörper wird »Planet X« oder »Planet 9« genannt.

Eine weitere Konsequenz eines möglichen massereichen Planeten jenseits der Neptunbahn ist, dass es eine weitere Gruppe von Transneptunobjekten geben sollte, deren Bahnen im rechten Winkel zu Planet X und senkrecht zur Hauptebene des Sonnensystems stehen. Derzeit sind fünf Transneptunobjekte bekannt, deren Bahnen diese Kriterien erfüllen (türkis).

Die Bahnen der durch Planet X beeinflussten Kuipergürtelobjekte: <https://goo.gl/flfvyJ>



Schon oft im letzten Jahrhundert war von einem solchen Planeten X die Rede, aber all diese Hypothesen und Theorien hielten einer genaueren Überprüfung nicht stand. Im Jahr 2014 brachten Trujillo und Sheppard die Idee von einem Planeten X erneut ins Spiel. Sie stützten sich dabei auf die Umlaufbahnen einiger sehr weit entfernter Objekte. Ihre These erhielt im Januar 2016 Auftrieb, als Konstantin Batygin und Mike Brown vom California Institute of Technology (kurz Caltech) in Pasadena genauer berechneten, wo im Sonnensystem sich dieser mutmaßliche Planet befinden könnte (siehe Bild unten). Sie verpassten ihm die Bezeichnung »Planet 9« – ein süffisanter Hinweis darauf, dass Pluto im Jahr 2006 vom Planeten zum Zwergplaneten degradiert worden war.

Die Jagd nach Planet X ist nun in vollem Gang – oder auch nach anderen, bislang unentdeckten »Supererden«, die sich dort draußen auf weiten Umlaufbahnen verstecken könnten. Von dieser Suche versprechen sich die Astronomen zudem Erkenntnisse darüber, wie das Sonnensystem vor 4,6 Milliarden Jahren entstand und wie es sich seitdem entwickelt hat. »Wenn dieser große Himmelskörper da draußen existiert, wird er unsere gesamte Sicht auf die Entwicklung des Sonnensystems

ändern«, so Sheppard. »Das wäre ein wahrhaftiger Erkenntnisprung.«

Als Sheppard und Trujillo damit begannen, nach fernen Welten zu fahnden, hofften sie, in die Fußstapfen bekannter Astronomen zu treten. Im Jahr 1846 entdeckte Johann Gottfried Galle in Berlin den achten Planeten Neptun in einer Entfernung von 30 AE. Die Position hatte der Franzose Urbain Le Verrier aus Störungen in der Umlaufbahn von Uranus berechnet. Im Jahr 1930 fand der US-Amerikaner Clyde Tombaugh Pluto in etwa 40 AE Entfernung. Und im Jahr 1992 entdeckten David Jewitt, damals an der University of Hawaii, und Jane Luu, damals an der University of California in Berkeley, ein sogar noch weiter entferntes Objekt. Damit begann die Erforschung einer Region im äußeren Sonnensystem, die mittlerweile Kuiper-gürtel genannt wird.

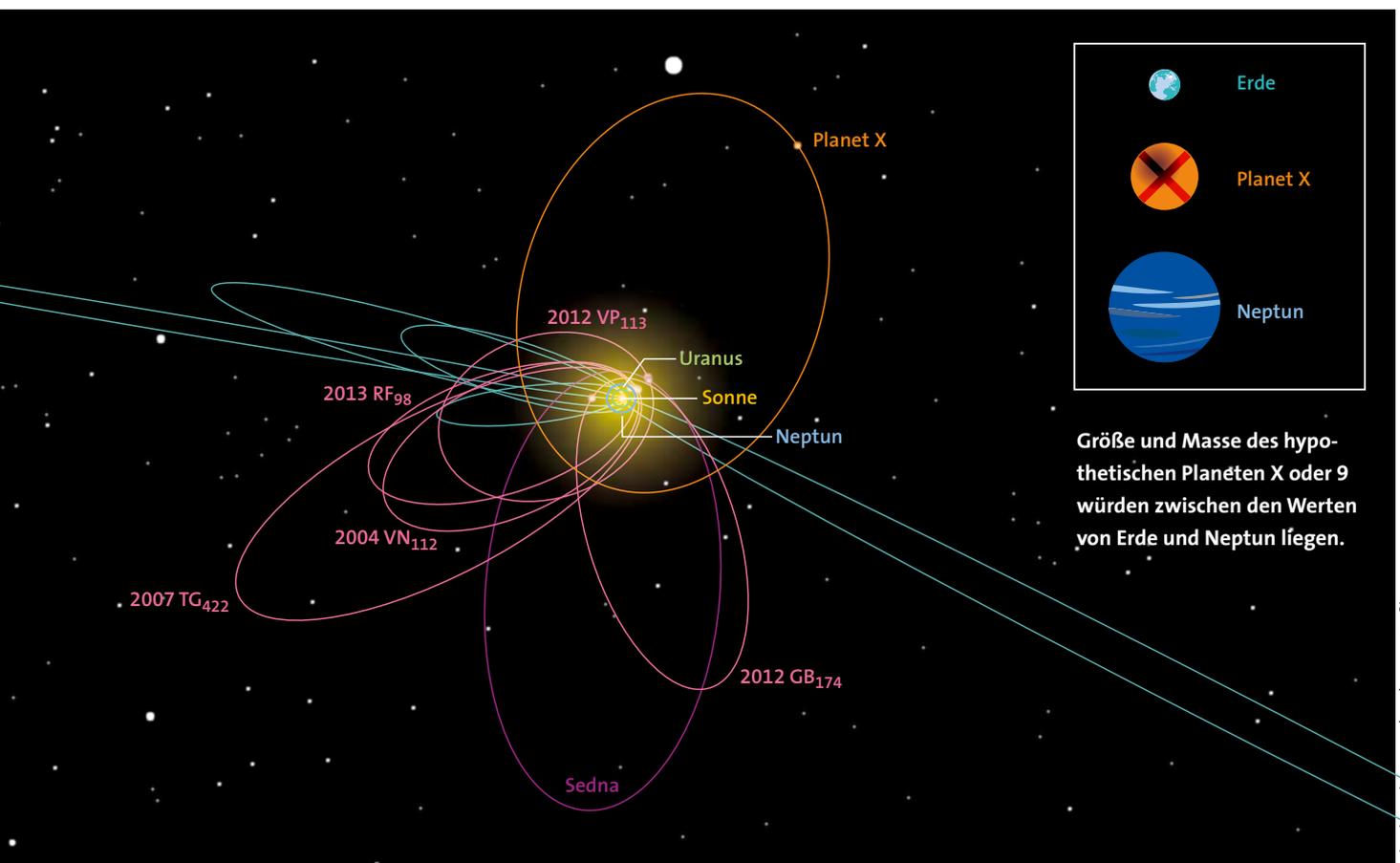
Eiswelten am Rand des Sonnensystems

Seitdem haben die Astronomen Tausende von Kuiper-gürtelobjekten aufgespürt: kleine Eiswelten, die Pluto ähneln und etwa 30 bis 50 AE von der Sonne entfernt sind. Dahinter beginnt ein Bereich, der noch zu den weißen Flecken auf der Karte unseres Sonnensystems zählt. Wissen-

schaftler nennen diese Region, die sich über mindestens 100 000 AE erstreckt, manchmal den äußersten Kuiper-gürtel oder die innerste Oortsche Wolke.

Sheppard und Trujillo richten ihren Blick auf diese noch unerforschte Region. Die beiden kennen sich seit ihrer Zeit an der University of Hawaii, wo David Jewitt ihre Doktorarbeiten betreute. Damals jagten sie gemeinsam nach Kuiper-gürtelobjekten, und später begannen sie eine systematische Suche nach noch weiter entfernten Mitgliedern des Sonnensystems. »Die Population könnte riesig sein«, sagt Trujillo. »Deshalb suchen wir nach diesen Welten.«

Seit 2012 nutzen sie die größten Teleskope, für die sie Beobachtungszeit erhalten können. Es sind wahre »Lichteimer«, die mit Weitwinkelkameras ausgestattet sind. Große Gesichtsfelder sind wichtig, um so viel Himmelsfläche wie möglich zu durchmustern. Mit der an einem Vier-Meter-Teleskop in Chile angebrachten Dark Energy Camera wurden sie praktisch sofort fündig: Während ihrer ersten Beobachtungsnacht fiel ihnen ein Objekt auf, das sich so langsam bewegte, dass es sehr weit entfernt sein musste. Voller Spannung beobachteten sie es über ein Jahr hinweg immer wieder. Danach hatten sie



Caltech / Robert Hurt (IPAC) / Su-W-Grafik

genug Daten, um seine Umlaufbahn berechnen zu können.

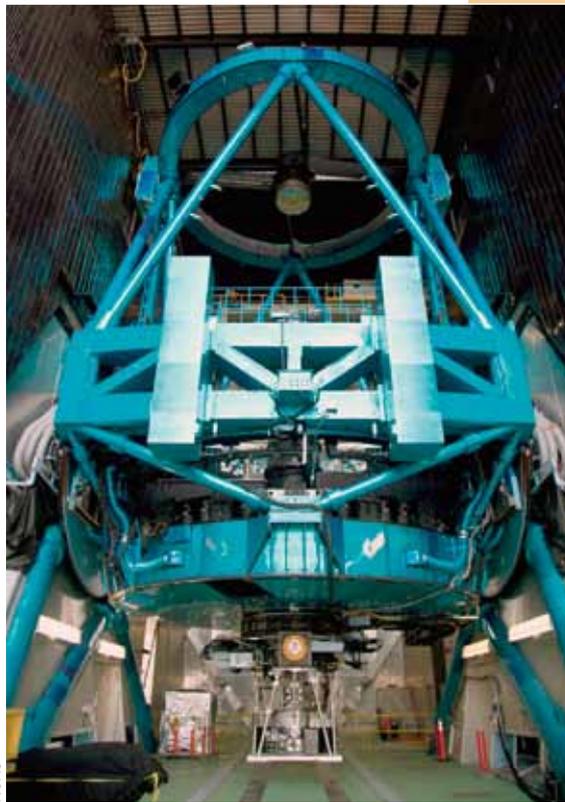
Der Himmelskörper, der nun die Bezeichnung 2012 VP₁₁₃ trägt, kommt der Sonne nie näher als 80 AE. Damit befindet er sich noch hinter dem Hauptbereich des Kuipergürtels, und er war seinerzeit das Objekt mit dem größten bekannten Perihel, wie die Astronomen den sonnennächsten Punkt der Umlaufbahn nennen. Er stach damit sogar noch knapp den Zwergplaneten Sedna aus, dessen Perihelidistanz 76 AE beträgt (siehe Kasten S. 28).

Die Entdeckung von 2012 VP₁₁₃ führte zu einer Veröffentlichung im Fachmagazin »Nature« – und zu weiterer Beobachtungszeit an großen Teleskopen. Im Jahr 2014 verbrachten Sheppard und Trujillo ihre ersten Nächte am Subaru-Teleskop, das vom Nationalen Astronomischen Observatorium Japans geleitet wird. Das Teleskop ist mit einer riesigen Kamera namens Hyper Suprime-Cam ausgerüstet. Durch die Kombination eines großen Teleskops mit einer Weitwinkelkamera ist Subaru eines der weltweit besten Instrumente, wenn ausgedehnte Himmelsbereiche nach lichtschwachen Objekten abgesucht werden sollen.

Die Entdeckung eines neuen Planeten wäre das große Los

Viele Astronomen, die mit dem Subaru-Teleskop beobachten, tun dies aus der Ferne: Sie bleiben auf Meereshöhe in Hilo und sprechen über Videokonferenzsystemen mit den Teleskopoperatoren. Damit vermeiden sie nicht nur die zweistündige Fahrt auf den 4200 Meter hohen Gipfel des Mauna Kea, sondern auch gesundheitliche Probleme: Die Luft dort oben enthält 40 Prozent weniger Sauerstoff, was ohne ausreichende Akklimatisierung zu Schwindel, Kopfschmerzen oder noch ernsteren Beschwerden führen kann.

Aber Sheppard möchte die Beobachtungen aktiv leiten und nimmt deshalb die Fahrt zum Gipfel immer auf sich. Im Lauf der Nacht bleibt er aufmerksam, verzichtet auch auf den Sensor am Finger, der die Sauerstoffsättigung im Blut messen und so anzeigen würde, wie sein Körper mit der Höhe zurechtkommt. Sein Logbuch füllt sich mit Aufzeichnungen: Feldnummer, Chip-Nummer, Belichtungszeit. Er verändert Ziele spontan und ordnet sie so um, dass der zeitliche Abstand zwischen den Aufnahmen des jeweiligen Felds optimiert wird.



Das 8,2-Meter-Teleskop Subaru auf dem Mauna Kea im US-Bundesstaat Hawaii ist eines der leistungsfähigsten Großteleskope für die Suche nach Planet X.

Subarus riesiger Spiegel blickt gen Himmel und sammelt das Licht ferner Objekte. In großen grünen Zahlen zeigt ein Monitor den Countdown für die Belichtungszeiten. Sobald eine Aufnahme beendet ist, ertönt ein Signal. Dann schaut Sheppard über die Schulter des Teleskopoperators, um ihm mitzuteilen, wohin die Kamera als nächstes zeigen sollte.

Jede gute Beobachtungsnacht füllt Sheppards Laptop mit Daten. Um die gesuchten Himmelskörper zu finden, benutzen die Forscher ein von Trujillo geschriebenes Programm. Dieses erkennt Objekte, die in den zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommenen Bildern eines bestimmten Himmelsareals ihre Position verändert haben. Aber weil das Programm auch falschen Alarm auslösen kann, geht Sheppard jedes Bild einzeln durch und begutachtet die vom Programm orange eingekreisten Lichtpunkte. Er muss nun entscheiden, ob sie ein weit entferntes Objekt im Sonnensystem sind oder etwas anderes – vielleicht ein viel näherer Asteroid oder eine durch kosmische Strahlung erzeugte Lichtspur im Sensor.

Sheppard klickt sich Aufnahme für Aufnahme durch Tausende von Bildern

durch, so als würde er ein Videospiel spielen. »Das ist aufregend«, sagt er. »Du weißt nie, welche Überraschung die nächste Aufnahme bereit hält. Sie könnte das große Los enthalten: die gesuchte Supererde.«

Eine Supererde als »Schäferplanet«?

Der – auch im Wortsinn – springende Punkt ist, wie schnell sich die Objekte zwischen den Aufnahmen am Himmel bewegt haben. Die Asteroiden des Hauptgürtels zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter sind der Erde relativ nahe; sie verändern ihre Position am Nachthimmel pro Stunde um bis zu 30 Bogensekunden. Die viel weiter entfernten Kuipergürtelobjekte legen pro Stunde nur etwa drei Bogensekunden zurück. Alles, was noch langsamer ist, muss außerhalb des Hauptbereichs des Kuipergürtels liegen und ist somit für das Forscherteam von Interesse. Die Astronomen müssen ein Objekt mehrmals über ein Jahr hinweg beobachten, um seine Umlaufbahn und sein Perihel eindeutig bestimmen zu können. Aber nur weil ein Objekt extrem weit entfernt ist, heißt das noch lange nicht, dass es auch wissenschaftlich von Belang ist.



NOAO

Beispielsweise könnte sich das Objekt, das Sheppard im November 2015 in einer Entfernung von 90 AE aufspürte, im Bereich seiner größten Annäherung zur Sonne befunden haben. Dann läge seine Bahn jenseits derjenigen von Sedna und 2012 VP₁₁₃, was einen neuen Perihelrekord bedeuten würde. Andererseits könnte die Umlaufbahn des Objekts auch viel näher an die Sonne heranführen, bis auf vielleicht 40 AE, was mitten im Kuipergürtel liegen würde. Damit wäre es nur ein weiteres gewöhnliches Kuipergürtelobjekt statt eine der wirklich extremen Welten.

Das Gleiche gilt für einen Himmelskörper, den die Wissenschaftler ebenfalls im November 2015 in einer Entfernung von 103 AE aufspürten – er ist das fernste Objekt des Sonnensystems, das jemals beobachtet wurde. Es wird noch einige Monate dauern, bis klar ist, ob dieser Himmelskörper im äußeren Sonnensystem bleibt oder ob er sich bis zu seinem Perihel der Sonne weiter nähert.

Die mit Abstand wertvollste Beute da draußen wäre der hypothetische Planet X. In ihrem 2014 im Fachmagazin »Nature« erschienenen Artikel schlugen Trujillo und Sheppard auf der Basis der Umlauf-

bahnen von 2012 VP₁₁₃ und Sedna vor, dass sich etwa 250 AE von der Sonne entfernt eine Supererde verbergen könnte. Im Januar 2016 nahmen die Astronomen Konstantin Batygin und Mike Brown vom Caltech vier weitere Kuipergürtelobjekte hinzu. Damit präzisierten sie die Berechnungen, wo sich solch ein Planet aufhalten könnte (siehe Kasten S. 28).

Die Umlaufbahnen aller sechs Objekte haben eine auffällige Gemeinsamkeit: Immer dann, wenn die Himmelskörper der Sonne am nächsten sind, durchqueren sie

die Ebene des Sonnensystems von Nord nach Süd. Ein solch synchrones Verhalten ist für Körper, die sich eigentlich unabhängig voneinander bewegen sollten, sehr ungewöhnlich. Ein weitere Merkwürdigkeit ist, dass die sechs Objekte gruppiert erscheinen: »Ihre Bahnen weisen alle in eine ähnliche Richtung und sind alle um denselben Winkel geneigt«, so Batygin. Er und Brown vermuten daher, dass diese Himmelskörper durch die Schwerkraft eines bislang unentdeckten Planeten räumlich zusammengehalten werden. Ein solcher

Die Astronomen Mike Brown (links) und Konstantin Batygin (rechts) postulierten Anfang des Jahres 2016 die Existenz eines massereichen Planeten weit jenseits der Umlaufbahn des Neptun.



Lance Hayashida / Caltech

Kann Gaia den Planeten X entdecken?

Gaia ist ein astrometrischer Satellit, der gegenwärtig den gesamten Himmel präzise vermisst. Während sich der Satellitenkörper langsam dreht, gerät jede Himmelsregion während der fünfjährigen Mission zwischen 30- und 250-mal in das Blickfeld der beiden Teleskope (siehe SuW 5/2013, S. 36, und 6/2013, S. 48). Die Bilder der Sterne ziehen dabei über die CCD-Detektoren der Gigapixel-Kamera. Erfasst werden sämtliche Himmelsobjekte, die heller sind als 20,7 mag. Da der hypothetische Planet X nach den bisherigen Voraussagen deutlich lichtschwächer ist, wird Gaia wohl keine Daten von ihm registrieren können.

Sollte Planet X aber doch hell genug sein: Könnte Gaia dann seine Bewegung am Himmel erkennen? Dafür nehmen wir an, dass Planet X im Mittel 700 Astronomische Einheiten (AE), die 700-fache Entfernung Erde–Sonne, von uns entfernt wäre. Seine große Halbachse betrüge also 700 AE, und die numerische Exzentrizität seiner stark elliptischen Bahn um die Sonne wäre 0,6. Dann läge der sonnennächste Punkt seiner Bahn, das Perihel, bei 280 AE und der sonnenfernste Punkt, das Aphel, bei 1100 AE. Nach dem dritten keplerschen Gesetz betrüge die Umlaufzeit mehr als 18 000 Jahre. Im Perihel würde sich Planet X um etwa 280 Bogensekunden pro Jahr bewegen, im Aphel nur um etwa 18 Bogen-

sekunden. Zusätzlich würde man aber die jährliche Parallaxe erkennen, die vom viel schnelleren Umlauf Gaias um die Sonne herrührt: mehr als 730 Bogensekunden, wenn sich Planet X im Perihel befindet, und rund 180 Bogensekunden in dessen Aphel.

Schleifen am Himmel

Überlagert sähe die Bewegung über fünf Jahre hinweg in etwa so aus wie in der Abbildung rechts. Bei dieser wurde beispielhaft angenommen, dass sich Planet X bei einer ekliptikalen Breite von 30 Grad befindet und seine Bewegung nach Nordosten geht. Die Eigenbewegung und die Parallaxe von Planet X wären viel größer als diejenige von Sternen und viel kleiner als die von Asteroiden. Daher könnte man letztere bereits durch ihre Bewegung während eines einzigen Durchgangs durch das Gaia-Gesichtsfeld identifizieren. Allerdings sind sehr spezielle Anstrengungen bei der Auswertung der Gaia-Daten nötig, um die Einzelbeobachtungen einem Planeten X zuzuordnen. Aber es wäre eindeutig möglich.

STEFAN JORDAN forscht am Astronomischen Rechen-Institut des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg und ist am Satellitenprojekt Gaia beteiligt.

»Schäferplanet« müsste etwa die fünf- bis zehnfache Erdmasse haben und bei seinen Umläufen der Sonne bis auf 200 AE nahe kommen; maximal könnte er sich 1200 AE von ihr entfernen.

Wo ist Planet X?

Kritiker entgegnen, dass diese Argumentation lediglich auf einer Handvoll ungewöhnlicher Kuipergürtelobjekte basiert. »Das ist eine sehr kleine Stichprobe«, sagt David Nesvorný, ein Planetenforscher am Southwest Research Institute in Boulder, Colorado. Dennoch findet er die Hypothese faszinierend: »Es ist so, wie Wissenschaft sein sollte – an der Grenze des Glaubhaften.«

Viele Astronomen führen inzwischen ihre eigenen Berechnungen durch, um einschätzen zu können, mit welcher Wahrscheinlichkeit Planet X auf der von Batygin und Brown vorhergesagten Umlaufbahn zu finden sein sollte oder ob er vielleicht ganz woanders stehen könnte. Samantha Lawler vom National Research Council Herzberg in Victoria, Kanada, erforscht zusammen mit Nathan Kaib von der University of Oklahoma in Norman, wie eine solche Supererde die Umlaufbahnen von Kuipergürtelobjekten beeinflussen könnte. Ihre vorläufigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Planet X – wenn es ihn denn tatsächlich gäbe – die Umlaufbah-

nen der bekannten Kuipergürtelobjekte auf eine Art und Weise verschoben haben müsste, die nicht der Beobachtung entspricht. Planet X »ist eine coole Idee, und es wäre wirklich klasse, falls es ihn gäbe«, sagt Lawler. »Aber man muss bei der Interpretation wirklich vorsichtig sein.«

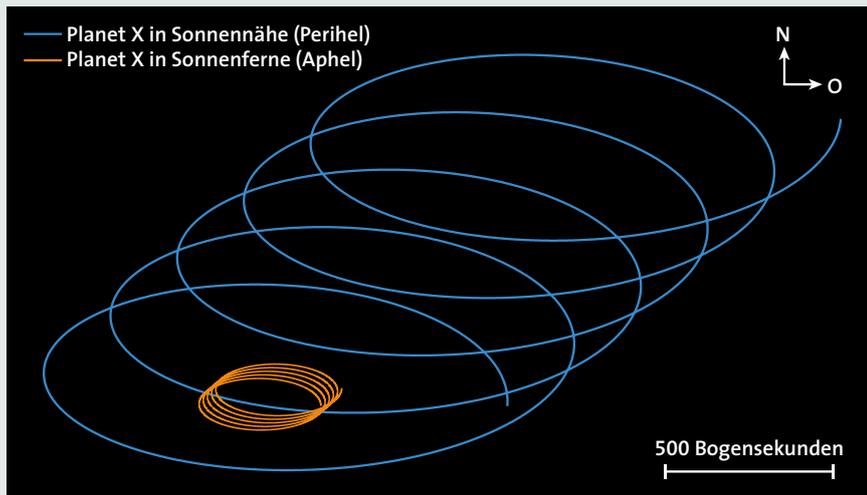
Einige Antworten könnte ein derzeit laufendes Projekt namens »Outer Solar System Origins Survey (OSSOS)« liefern, das von einem Forscherkonsortium geleitet wird. Ziel ist, alle beobachtbaren Kuipergürtelobjekte in einem kleinen Himmelsausschnitt zu finden und ihre Umlaufbahnen und physischen Eigenschaften mit höchstmöglicher Genauigkeit zu bestimmen. Dieses Projekt hat das Potenzial, die Existenz von Batygin und Browns hypothetischem Planeten auszuschließen – zum Beispiel, wenn OSSOS ein weit entferntes Objekt in einer Region des Sonnensystems finden sollte, die der vermutete Planet durch seine Schwerkraft hätte freiräumen müssen.

Andere Astronomen schlugen alternative Verfahren vor, um nach Planet X zu fahnden. Beispielsweise lassen sich die Bahndaten der Cassini-Sonde, die derzeit Saturn umkreist, nutzen, um winzige Störungen in der Umlaufbahn des Ringplaneten aufzuspüren. Erste Analysen ergaben zwar bislang keine Hinweise auf derartige Veränderungen. Das schränkt die Regio-

nen, wo sich Planet X tatsächlich befinden könnte, lediglich ein, schließt aber seine Existenz nicht aus.

Eine wahre astronomische Fleißarbeit nahmen indessen zwei Astronomen vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in Cambridge, Massachusetts, auf sich: Matthew Holman und Matthew Payne werteten Tausende über die Jahrzehnte entstandene Aufnahmen von Pluto und anderen Objekten jenseits der Neptunbahn aus, um ebenfalls nach Störungen in deren Umlaufbahnen zu suchen. Eine wirklich heiße Spur fanden Matthew Holman und Matthew Payne zwar auch hier nicht – zumindest nicht den Planeten 9 von Batygin und Brown. Stattdessen würden ihre Ergebnisse gut zu einem Himmelskörper passen, der entweder massereicher oder aber nicht ganz so weit entfernt ist wie der von Trujillo und Sheppard postulierte Planet X.

Während Sheppard und Trujillo ihre systematische Himmelsdurchmusterung fortsetzen, achten sie besonders auf jene Regionen, von denen Batygin und Brown vermuten, dass sich dort Planet X aufhalten könnte. Und die beiden Caltech-Forscher sind auch auf der Jagd, ebenfalls mit Subaru. »Ich wäre erstaunt, wenn da draußen nicht noch irgendeine Art von Planet wäre«, sagt Renu Malhotra, eine Theoretikerin an der University of Arizona



Stefan Jordan / SuW-Grafik

Sollte der Astrometriesatellit Gaia den Planeten X registrieren können, so würde er im Lauf der geplanten fünfjährigen Messzeit in den Daten eine Schleifenbahn am Himmel ziehen. Je nachdem, ob sich das hypothetische Objekt in Sonnennähe befände (blaue Bahn) oder in Sonnenferne (orangefarbene Bahn), würden diese Schleifen unterschiedlich groß am Himmel ausfallen.

in Tucson. In einer aktuellen Arbeit stellen sie und ihre Koautoren eine neue Analyse vor, wo Planet X stecken könnte. Sie nehmen dabei eine andere Umlaufbahn an als diejenige von Batygin und Browns Planet 9. Malhotras Team verwendete die Bahndaten von vier Kuipergürtelobjekten mit den längsten bekannten Umlaufzeiten und kommt zu dem Schluss, dass ein bislang unbekannter Planet alle 17 000 Jahre die Sonne umrundet.

Aber selbst wenn es da draußen einen großen Planeten geben sollte, wird es sehr schwierig sein, ihn mit den derzeit verfügbaren Mitteln zu finden. Damit eines der Teams ihn – mit viel Glück – aufspüren könnte, müssten seine Eigenschaften schon sehr günstig sein. Das heißt, er müsste genügend groß sein, eine sehr helle Oberfläche haben, die genügend Sonnenlicht reflektiert, oder er müsste sich auf einer relativ nahen Umlaufbahn befinden. Sollte er hingegen zu klein, zu dunkel und zu weit weg sein, könnte er von der Erde aus vielleicht niemals gesehen werden. »Das ist schlimmer, als nach einer Nadel im Heuhaufen zu suchen«, sagt Malhotra.

Ein wenig optimistischer zeigen sich Esther Linder und Christoph Mordasini von der Universität Bern: Normalerweise nutzen die beiden Theoretiker ihre Computermodelle dazu, die Entwicklung ferner

Exoplanetensysteme nachzuvollziehen. Als sie von Planet X erfuhren, konzentrierten sie sich aber auf die unmittelbare kosmische Nachbarschaft, um herauszufinden, unter welchen Bedingungen sich die hypothetische Welt von irdischen Astronomen erspähen lassen könnte. Dafür spielten sie seine Entwicklung seit der Entstehung der Sonnensystems, also über die vergangenen 4,6 Milliarden Jahre, am Computer durch.

Linder und Mordasini nahmen an, dass Planet X eine kleinere, masseärmere Variante von Uranus oder Neptun ist. Er wäre also ein von Wasserstoff und Helium umhüllter Planet, in dessen Inneren sich ein heißer Eisenkern befindet. Für verschiedene Massen errechneten sie die zu erwartende Oberflächentemperatur und die daraus folgende scheinbare Helligkeit in verschiedenen Wellenlängenbereichen. Ein Planet mit dem Zehnfachen der Erdmasse sollte eine Oberflächentemperatur von immerhin 47 Kelvin haben, das ist erheblich mehr als die Gleichgewichtstemperatur von etwa 10 Kelvin, die ohne innere Wärmequelle zu erwarten wäre. Demnach sollte der Planet im Infraroten heller leuchten als im sichtbaren Licht.

Deshalb sind Lindner und Mordasini auch nicht erstaunt, dass Planet X den bisherigen fotografischen Himmelsdurchmusterungen entgangen ist. Sie halten es

für extrem unwahrscheinlich, dass sich ein Planet von weniger als 20 Erdmassen mit der derzeitigen Technik aufspüren lässt. Sie setzen ihre Hoffnungen darum auf die derzeit im Bau befindlichen Teleskope der nächsten Generation, wie zum Beispiel das James Webb Space Telescope oder das European Extremely Large Telescope E-ELT.

Herausforderung für die Theorie

Über die Frage hinaus, ob Planet X überhaupt existiert, interessiert die Astronomen, was derart ferne Objekte über die Entwicklung von Planeten verraten. Himmelskörper wie Sedna und 2012 VP₁₁₃ erforderten ein radikales Umdenken im Hinblick auf den Einfluss der gravitativen Kräfte, welche die äußeren Teile des Sonnensystems gestalten.

Als in den 1990er Jahren erstmals Objekte des Kuipergürtels gefunden wurden, erkannten die Astronomen, dass Pluto nur ein weiteres Mitglied dieser Gruppe war. Damit zeichneten sie ein neues Bild des äußeren Sonnensystems. Der Kuipergürtel schien sich sauber und ordentlich in Entfernungen zwischen 30 und 50 AE zur Sonne zu erstrecken, und die meisten Objekte liefen auf regulären Umlaufbahnen. Jene, die ein wenig seltsam wirkten – deren Bahnen etwa sehr langgestreckt oder stark zur Ebene des Sonnensystems geneigt sind – ließen sich durch gravitative Wechselwirkungen mit Neptun erklären.

Sedna und 2012 VP₁₁₃ passen nicht in dieses einfache Modell, denn sie sind zu weit von der Sonne entfernt, um jemals mit Neptun in gravitative Wechselwirkung treten zu können. Die Theoretiker mussten sich plötzlich die Frage stellen, wie diese Objekte überhaupt auf ihre derzeitigen Umlaufbahnen kamen. Sowohl für alle bekannten Planeten als auch für die Kuipergürtelobjekte wird vermutet, dass sie in einer Scheibe aus Gas und Staub entstanden, die vor 4,6 Milliarden Jahren um die frischgebackene Sonne wirbelte. Aber Sedna und die anderen Objekte jenseits des Kuipergürtels entstanden wahrscheinlich nicht da, wo sie sich heute befinden. In diesen großen Entfernungen gab es einfach nicht genug Gas und Staub, dass sich solch große Objekte bilden konnten.

Eine Theorie besagt, dass diese heute so weit entfernten Objekte während der ersten zehn Millionen Jahre nach der Entstehung des Sonnensystems durch eine »gravitative Schlacht« mit anderen,

sonnennäheren Protoplaneten dorthin geworfen wurden. Einer zweiten Theorie zufolge zog die Schwerkraft eines nahe vorbeiziehenden Sterns an den äußeren Teilen der Scheibe, in der sich gerade die Planeten bildeten; so wurden die entstehenden Planeten auf jene weit entfernten, langgestreckten Umlaufbahnen verschoben, wo sie sich noch heute aufhalten.

Ähnliche Theorien gibt es auch für Planet X. Schließlich ist die Frage entscheidend, wie ein so großes Objekt auf eine so weit von der Sonne entfernte Umlaufbahn geriet. Batygin und Brown spekulieren,

Ein gutes Verständnis des Kuipergürtels könnte zeigen, wie typisch unser Sonnensystem im kosmischen Vergleich ist.

dass auch Planet X näher an der Sonne entstanden sei. Er könnte in der Folge durch die Schwerfelder von Jupiter oder Saturn in die Weiten des Weltraums regelrecht hinausgekickt worden sein. Simulationen zufolge könnte anschließend die Reibung mit der ausgedehnten Gas- und Staubhülle um die Sonne dazu führen, dass der Planet von seiner extrem exzentrischen Umlaufbahn auf einen weniger elliptischen Orbit gelenkt wurde.

Sollte es wirklich einen Planeten X geben, so würde das Bild noch komplizierter. Denn dies würde bedeuten, dass die Umlaufbahnen von Sedna und 2012 VP₁₁₃ nicht schon früh erreicht worden wären, sondern dass sie bis heute aktiv durch die Schwerkraft des Planeten X beeinflusst würden. In diesem Fall müssten Theoretiker ihre Ideen umschreiben, wie die vielen Welten des Sonnensystems in den letzten 4,6 Milliarden Jahre miteinander in Wechselwirkung standen. »Es ist schwierig, voranzusehen, in welche Richtung sich unsere Vorstellungen da bewegen werden«, sagt Malhotra.

Warum gibt es keine Supererde im Sonnensystem?

Ein besseres Verständnis des weit entfernten Kuipergürtels könnte den Astronomen auch dabei helfen, herauszufinden, inwiefern unser Sonnensystem Planetensystemen um andere Sterne ähnelt. Brown verweist darauf, dass einer der häufigsten Exoplanentypen unserem Sonnensystem fehlt, nämlich ein Planet größer als die Erde, aber kleiner als Neptun – also etwa in dem Größenbereich von Planet X. »Vielleicht könnten wir feststellen, wie

dieser häufigste Planetentyp tatsächlich aussieht«, so Malhotra.

Derzeit ist die beste Chance für die Forscher, Antworten auf diese Fragen zu finden, nach noch mehr extrem weit entfernten Objekten zu fahnden. Und darum arbeiten Sheppard und Trujillo weiter in Chile und auf Hawaii: Bislang haben sie nämlich weniger als zehn Prozent des Bereichs beobachtet, den sie nach Planet X durchkämmen wollen.

Die jetzige Beobachtungsnacht auf dem Mauna Kea arbeitet Sheppard ohne Pause durch, Feld für Feld. Um 4:45 Uhr

wird die Atmosphäre über dem Gipfel ein wenig undurchlässiger, daher verlängert er die Belichtungszeiten. Schließlich ruft er um 5:25 Uhr seine Kollegen in Hilo mit dem Videokonferenzsystem an. »Chad, bist du da?«, fragt er. »Wir haben alle Felder.« Der Himmel über Subaru wird heller, allerdings genießt Sheppard den spektakulären Anblick eines hawaiianischen Sonnenaufgangs nicht, weil er nicht nach draußen geht. Er ist damit beschäftigt, die 33 Felder der Nacht zu überprüfen. Jedes von ihnen könnte ein neues extremes Objekt des Kuipergürtels enthalten – oder sogar den Planeten X.

Es ist nach 7 Uhr morgens, als das Beobachtungsteam in zwei Allradfahrzeuge steigt und die steile Schotterstraße vom Mauna Kea herunterfährt. Sheppard zeigt erst beim Frühstück in der Unterkunft für Astronomen Anzeichen von Müdigkeit, 1360 Meter unterhalb des Gipfels. Er und Tholen ziehen sich nach einer kurzen Mahlzeit in ihre mit lichtdichten Vorhängen ausgestatteten Zimmer zurück, um bis zum Mittag zu schlafen.

Sheppard und Trujillo hoffen, in den nächsten Jahren mindestens zehn Objekte der innersten Oortschen Wolke aufspüren zu können. Mit ihrer Hilfe wollen sie ihre Theorien über die Entstehung und Entwicklung dieser Himmelskörper überprüfen. Das bedeutet noch viele lange Nächte am Teleskop. »Wenn das irgendwann zum Briefmarkensammeln verkommen sollte, hören wir auf«, sagt Sheppard. »Aber derzeit bringt uns jede neue Entdeckung einen entscheidenden Schritt voran, und wir verstehen besser, was da draußen vor sich geht.«



ALEXANDRA WITZE ist Geologin und Wissenschaftsjournalistin in Boulder, Colorado. Für die Zeitschrift »Nature« schreibt sie über aktuelle Themen aus den Planetenwissenschaften und der Astronomie.



FRANZISKA KONITZER studierte Physik und Astrophysik an der University of York in Großbritannien. Sie ist Wissenschaftsjournalistin in München und freie Mitarbeiterin von »Sterne und Weltraum«.

Literaturhinweise

Trujillo, C.A., Sheppard, S.S.: A

Sedna-like Body with a Perihelion of 80 Astronomical Units. In: Nature 507, S. 471–474, 2014

Batygin, K., Brown, M.E.: Evidence for a Distant Giant Planet in the Solar System. In: The Astronomical Journal 151, 22, 2016

Jewitt, D., Luu, J.: Discovery of the Candidate Kuiper Belt Object 1992 QB₁. In: Nature 362, S. 730–732, 1993

Malhotra, R., Volk, K., Wang, X.: Corraling a Distant Planet with Extreme Resonant Kuiper Belt Objects. arXiv: 1603.02196v2, 2016

Holman, M.J., Payne, M.J.: Observational Constraints on Planet Nine: Astrometry of Pluto and Other Trans-Neptunian Objects. arXiv: 1603.09008, 2016

Linder, E.F., Mordasini, C.: Evolution and Magnitudes of Candidate Planet Nine. In: Astronomy & Astrophysics 589, A134, 2016

Bromley, B.C., Kenyon, S.J.: Making Planet Nine: A Scattered Giant in the Outer Solar System. arXiv:1603.08010, 2016

© Nature Publishing Group

www.nature.com

Nature 531, S. 290–293, 17. März 2016

SciViews

Die besten Wissenschaftsvideos im Netz.



Neu: Die aktuellen
xeNEWS-Folgen von ARTE Future

SciViews ist das neue Videoportal von **Spektrum der Wissenschaft**. Hier finden Sie die besten Webvideos rund um Wissenschaftsthemen, ausgewählt von unseren Redakteuren und vorgestellt von Fachjournalisten und Wissenschaftsbloggern.

www.SciViews.de

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Mit den besten Videos unserer nationalen und internationalen Medienpartner:

HZB Helmholtz
Zentrum Berlin



nature



arte
FUTURE

dasgehirn.info
Der Kosmos im Kopf