



Pressemitteilung

Geburt eines „Schneemanns“ am Rand des Sonnensystems

Astrophysiker des israelischen Technion und der Universität Tübingen erforschen die Entstehung des asteroidähnlichen Objekts Arrokoth im Kuipergürtel

Dr. Karl Guido Rijkhoek
Leiter

Janna Eberhardt
Forschungsredakteurin

Telefon +49 7071 29-76788
+49 7071 29-77853

Telefax +49 7071 29-5566
karl.rijkhoek[at]uni-tuebingen.de
janna.eberhardt[at]uni-tuebingen.de

www.uni-tuebingen.de/aktuell

Tübingen, den 24.04.2020

Das asteroidähnliche Objekt Arrokoth im Kuipergürtel ist das erdfernste Objekt am Rand unseres Sonnensystems, das von einer Sonde besucht und ins Bild gesetzt wurde. Sein Aufbau aus zwei ungleich großen rundlichen Teilen, die durch einen schmalen Hals verbunden sind, trug ihm den Spitznamen „Schneemann“ ein. Ein Forschungsteam unter der Leitung von Evgeny Grishin, Dr. Uri Malamud und Professor Hagai Perets von Technion, dem Israel Institute of Technology, hat untersucht, wie sich die ursprünglich zwei Körper von Arrokoths Gestalt aneinanderfügten, ohne in einer Kollision zerstört zu werden. Oliver Wandel und Dr. Christoph Schäfer vom Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität Tübingen haben die Simulationen entwickelt, mit denen die Wissenschaftler ihre Hypothesen überprüft haben. Danach gehen sie davon aus, dass Arrokoth im komplexen Dreiersystem mit der Sonne durch die langsame Annäherung zweier kleiner Körper entstanden ist. Mit ihrem Modell lässt sich allgemein die Entstehung vieler Doppelsysteme im Kuipergürtel erklären. Ihre Studie wurde in der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht.

Arrokoth erhielt am 1. Januar 2019 Besuch von der Raumsonde der NASA New Horizons, die 2006 zur Erforschung von Pluto gestartet war. Die Sonde kam bis auf 5.500 Kilometer an Arrokoth heran. Noch unter den früheren Namen 2014 MU69 und Ultima Thule (lateinisch: „Der Rand der Welt“) war Arrokoth als geeignetes, nicht zu weit von Pluto entfernt liegendes Objekt zur näheren Erforschung bei dieser Mission ausgewählt worden. Arrokoth bedeutet „Himmel“ oder „Wolke“ in der inzwischen ausgestorbenen Sprache Powhatan eines amerikanischen Stammes.

Objekt mit merkwürdigen Eigenschaften

Der Zwergplanet Pluto ist das größte Objekt am Rand des Sonnensystems. Daneben finden sich in der Region jenseits von Neptun,

die als Kuipergürtel bezeichnet wird, zahllose asteroidähnliche Objekte, die eine Größe von wenigen Metern bis zu Tausenden von Kilometern haben. Die Bedingungen in diesem Bereich unterscheiden sich stark von denen des Schwester-Asteroidengürtels weiter innen im Sonnensystem. Vor allem ist es im Kuipergürtel viel kälter, und die dortigen Objekte bestehen typischerweise zu großen Teilen aus Eis. Die Sonde New Horizons lieferte eine ganze Reihe von Bildern und Informationen über Arrokoth: Es handelt sich um ein rund 30 Kilometer langes Doppelsystem aus sich berührenden Körpern. „Arrokoth hat einige merkwürdige Eigenschaften“, sagt Evgeny Grishin. „Er rotiert mit langsamer Geschwindigkeit um sich selbst, sein ‚Tag‘ dauert knapp 16 Stunden. Außerdem ist sein Neigungswinkel – relativ zu seiner Umlaufbahn um die Sonne – mit 98 Grad sehr groß.“ Der Schneemann liegt fast auf der Seite.

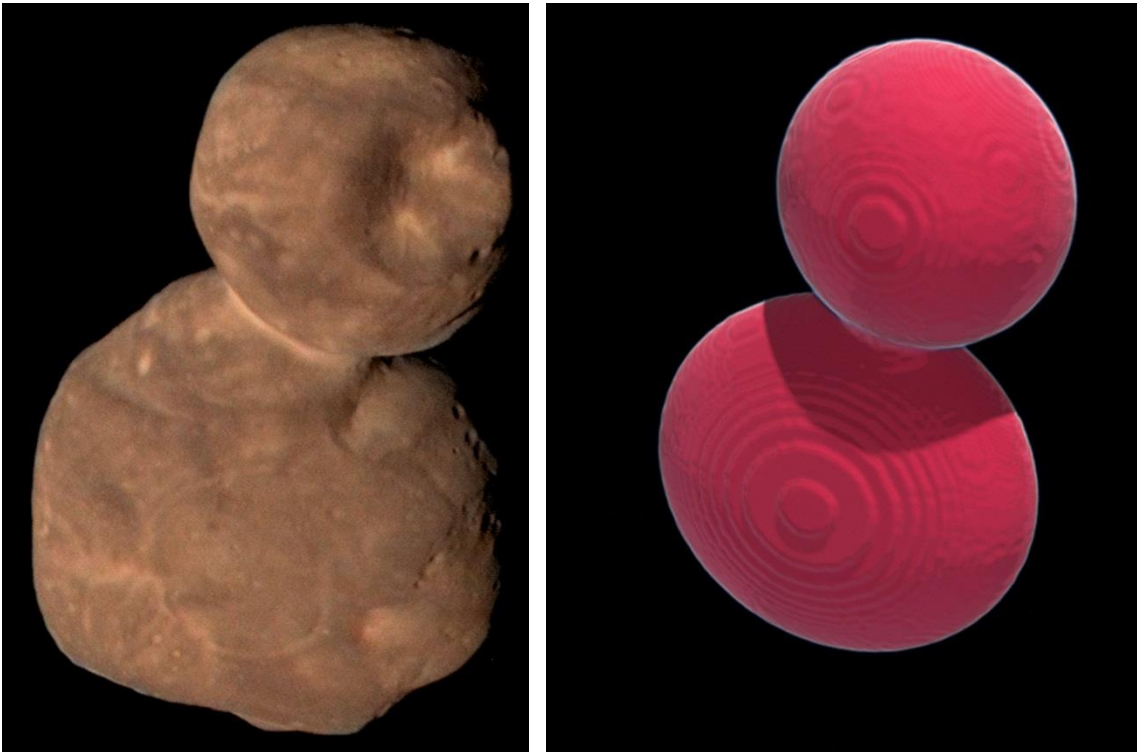
Die Forscher sind sicher, dass Arrokoth aus zwei kleineren Kuipergürtelobjekten entstanden ist. Doch bisher war der genauere Ablauf unklar. „Eine zufällige direkte Kollision zweier Objekte im Kuipergürtel mit hoher Geschwindigkeit würde die Objekte zerstören, da sie mit hoher Wahrscheinlichkeit hauptsächlich aus weichem Eis bestehen“, erklärt Grishin. „Würden sich zwei Körper in einer kreisförmigen Umlaufbahn umeinander drehen – ähnlich wie der Mond die Erde umrundet –, sich dann langsam spiralförmig annähern und bei geringer Geschwindigkeit aneinander stoßen, müsste die Eigenrotationsgeschwindigkeit von Arrokoth extrem hoch sein. Das entspricht jedoch nicht der gemessenen langsamen Eigenrotation.“ Die israelischen Forscher haben daher ein Modell entwickelt, das die Bedingungen im Kuipergürtel besser wiedergibt. „Unserem Modell zufolge umkreisen sich die beiden Körper, doch weil sie gemeinsam die Sonne umkreisen, handelt es sich nicht um ein Doppel-, sondern um ein Dreiersystem. Solche Systeme, bei denen sich drei Objekte gegenseitig anziehen, haben eine komplexe Dynamik, dies ist in der Physik als das Drei-Körper-Problem bekannt“, sagt Grishin. „Das System von Arrokoth verhielt sich aber weder völlig chaotisch, wie es bei komplexen Dreiersystemen zu erwarten war, noch aber in einfacher und geordneter Weise.“

Hunderte von Simulationen

Die Forscher haben dieses Szenario für die Entstehung von Arrokoth aufgestellt: „Die beiden Objekte umrundeten sich anfangs in einer weiten, weitgehend kreisförmigen Umlaufbahn, die sich in einem langdauernden Prozess in eine stark exzentrische, elliptische Umlaufbahn weiterentwickelte“, beschreibt Hagai Perets die Abläufe. „Wir konnten belegen, dass solche Bewegungsbahnen zu einer Kollision führen können, die einerseits langsam ist und die Objekte nicht zerstört, aber andererseits ein langsam rotierendes, stark geneigtes Objekt zum Ergebnis hätte, in gleicher Weise, wie Arrokoths Eigenschaften beobachtet wurden.“ Für die detaillierten Simulationen haben die Tübinger Forscher spezielle Computercodes entwickelt, die auf dem Bioinformatik/Astrophysik-Cluster BinAc des Zentrums für Datenverarbeitung der Universität laufen. „Wir mussten Hunderte von Simulationen durchführen, um alle Messdaten aus dem All konsistent zusammenzuführen“, sagt Christoph Schäfer. Oliver Wandel ergänzt: „Die Feldforschung im All ist noch im Frühstadium. Die Körper, aus denen Arrokoth aufgebaut ist, haben eine hohe Porosität, die Eigenschaften des Körperinnern sind aber nicht genau bekannt. Daher mussten wir mit einer Vielzahl unterschiedlicher Annahmen arbeiten.“

Die Forscher gehen davon aus, dass solche Prozesse, die zur Entstehung von Arrokoth führten, recht verbreitet sind. Bis zu 20 Prozent der Doppelsysteme im Kuipergürtel könnten auf ähnlichem

Weg entstanden sein. Auch das System von Pluto und seinem Mond Charon könnte durch einen ähnlichen Prozess entstanden sein. „Wahrscheinlich spielen solche Abläufe allgemein eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Doppelsystemen und Mondsystemen in unserem Sonnensystem“, sagt Uri Malamud. Christoph Schäfer setzt hinzu: „Die Objekte im Kuipergürtel sind Überbleibsel aus der Zeit, in der die Planeten entstanden sind. Sie sind mehr als 4,5 Milliarden Jahre alt. Durch die Untersuchung dieser Objekte können wir möglicherweise auch viel über die Entstehung der Planeten erfahren.“



Links: Arrokoth, das merkwürdige Objekt im Kuipergürtel, in einer Nahaufnahme von der Raumfahrtmission New Horizons (mit freundlicher Genehmigung der NASA).

Rechts: Ergebnis der detaillierten Simulation einer Kollision von zwei Objekten im Kuipergürtel, die die Entstehung von Arrokoth erklären kann. Abbildung: Oliver Wandel, Christoph Schäfer

Publikation:

Evgeni Grishin, Uri Malamud, Hagai B. Perets, Oliver Wandel, Christoph M. Schäfer: Origin of (2014) MU69-like Kuiper-belt contact binaries from wide binaries. *Nature*, <https://dx.doi.org/10.1038/s41586-020-2194-z>

Kontakt:

Dr. Christoph Schäfer
Universität Tübingen
Institut für Astronomie und Astrophysik
ch.schaefer[at]uni-tuebingen.de