

Der interstellare Zigarren-Asteroid 'Oumuamua [24. Nov.]

Ein „**noch nie zuvor beobachtetes**“ Himmelsobjekt ... Eine derartige Aussage ist sehr selten und zudem ungewöhnlich.

Bis vor kurzem waren die Wissenschaftler der Meinung, sämtliche etwa 750.000 bekannten *Asteroiden* und *Kometen*² stammen aus unserem eigenen *Sonnensystem*. Asteroiden und Kometen bestehen aus sog. *primordialem Material* wie es am Beginn der Entstehung des Sonnensystems vorlag.

Die chemische Zusammensetzung, Größe, Verteilung und *Bahndynamik* dieser Himmelskörper tragen wesentlich zum Verständnis des Ursprungs und der Entwicklung unseres *Planeten-systems* bei. Innerhalb der letzten Jahrzehnte haben die Forscher versucht, passende Szenarien zu den Beobachtungsdaten zu finden, jedoch konnte bisher nicht geklärt werden, ob wir in einem typischen Sonnensystem leben.

Die Entdeckung

Am 19. Oktober entdeckte das *Pan-STARRS1-Teleskop* (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System*) den **Asteroiden A/2017 U1** (Abb. 1). Dabei handelt es sich wahrscheinlich um das erste bekannte Objekt, das außerhalb des Planetensystems entstanden ist [2]. Inzwischen trägt es die Bezeichnung **Oumuamua** bzw. **1I/'Oumuamua**[§] bzw. **1I/2017 U1 ('Oumuamua)** [Abk. „*Oumuamua*“] (seit dem 6. November).

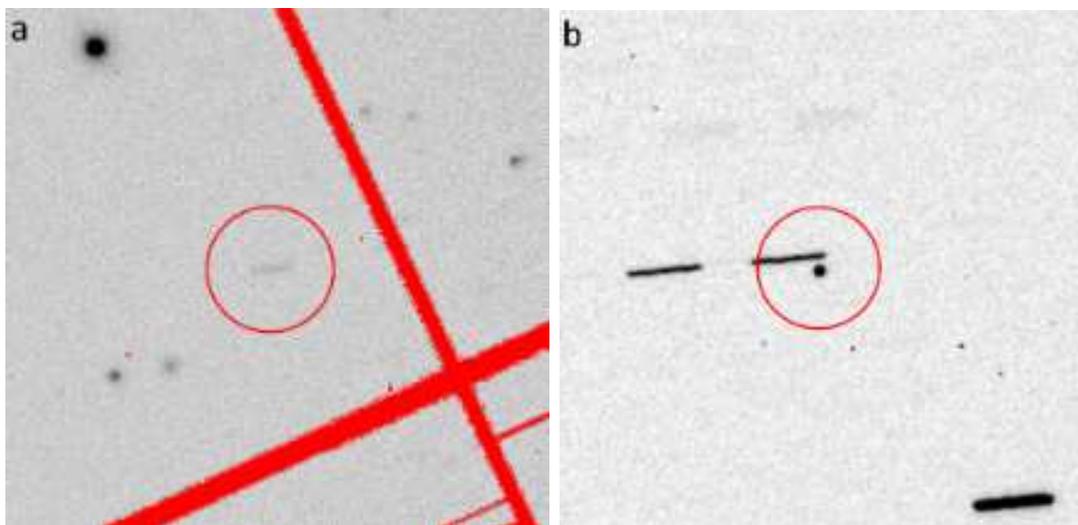


Abb. 1 Entdeckungsaufnahme des Objekts A/2017 U1 vom 19.10.2017.

Links: Die 45-Sekunden-Aufnahme vom 19.10.2017 des neu entdeckten Objekts A/2017 U1 (roter Kreis) zeigt eine lichtschwache Strichspur. – Rechts: Die auf das Objekt zentrierte und nachgeführte Aufnahme des CFHT⁺ vom 22.10.2017 zeigt keinerlei Auffälligkeiten wie eine *Koma* oder einen *Schweif*, was auf einen Kometen hinweisen könnte. Die Belichtungszeit der Aufnahme betrug 180 Sekunden.

© [2]

A/2017 U1 machte sich vor allem durch seine schnelle Bewegung am Himmel bemerkbar: zum Zeitpunkt der Entdeckung raste es mit einer Geschwindigkeit von 6,2 *Winkelgrad* am Himmel nach Westen [3a]. Eine Archivsuche ergab, daß A/2017 U1 bereits am 18. Oktober fotografiert worden war. Bei der Entdeckung besaß das Objekt eine *scheinbare Helligkeit* von 21 mag.

Nachfolgende Beobachtungen mit anderen Teleskopen, beispielsweise dem CFHT⁺ (*Canada-France-Hawaii Telescope*), am 22. Oktober und erste Analysen deuten darauf hin, daß es sich aufgrund der Bahn von *A/2017 U1* um eine Bahn handelt, deren **Ursprung nicht im Sonnensystem** liegt.

Die Passagen an der Erde am 14. Oktober (Entfernung 0,16 AE^{*}=24 Millionen Kilometer= 60 *Mondentfernungen* ^{**}) und dem *Riesenplaneten Jupiter* (4,82 AE) haben die Bahn des interstellaren Asteroiden nicht stören können. Bisher wurde kein Himmelsobjekt mit einer derart *hyperbolischen Exzentrizität* ($e \approx 1,19$ [2]) entdeckt. (Abb. 2)

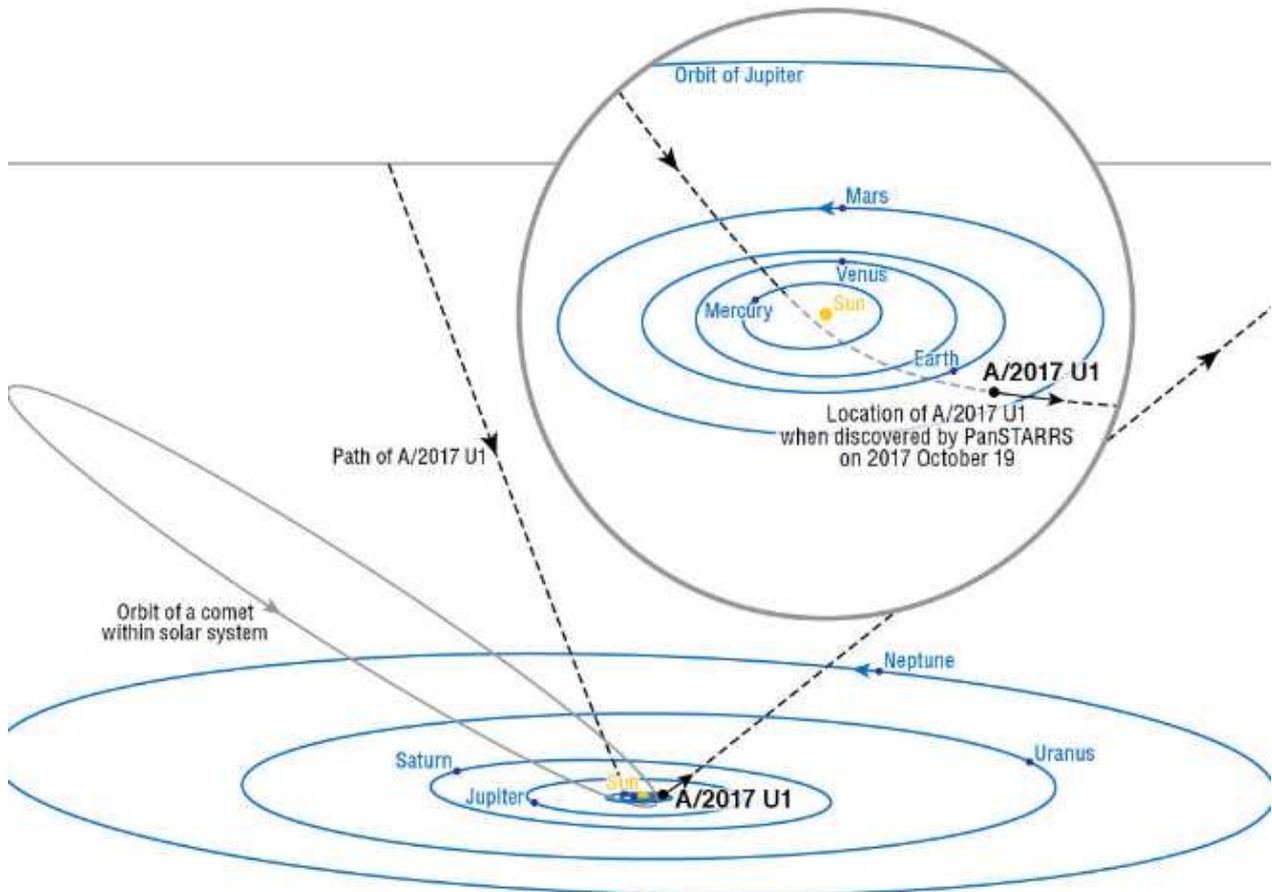


Abb. 2 Bahn des neu entdeckten Himmelsobjekts *A/2017 U1*.

Unten: Die Bahn von *A/2017 U1* (gestrichelte Linie) durch das Sonnensystem ist hochgradig exzentrisch. Das Objekt bewegt sich steil von oben auf die *Ekliptik* zu, nähert sich der Sonne, um anschließend wieder steil aus dem Planetensystem hinauszufiegen. Bei seiner Erdpassage war *A/2017 U1* glücklicherweise hell genug, um von der Pan-STARRS-Himmelsdurchmusterung entdeckt zu werden. Im Vergleich eine typische Bahn eines Kometen, der sich innerhalb des Sonnensystems befindet (graue Linie). In der Bildmitte unten befindet sich die Sonne (gelb). – Oben (Detail): Die Detailansicht macht deutlich wie nah sich *A/2017 U1* an der Erde vorbeibewegte; zu einem späteren Zeitpunkt hätte man das Himmelsobjekt wahrscheinlich nicht entdecken können. – Eine Animation der Bahn finden Sie unter [3].

Komet oder Asteroid?

Bei dem neu entdeckten Himmelsobjekt scheint es sich um einen Asteroiden zu handeln. Die Wissenschaftler konnten ausschließen, daß es sich um einen Kometen handelt, denn selbst die Annäherung an die Sonne bis auf weniger als $0,25 \text{ AE}^{\#}$ zeigte keine typische *kometare Aktivität* – wie die Bildung einer *Koma* oder eines *Kometenschweifs*. Die Berechnung der Asteroidenbahn weist auf ein *Perihel*[#] am 08.09.2017.

Dies konnten Beobachtungen des VLT (*Very Large Telescope*) der ESO (*European Southern Observatory*) sowie des GST (*Gemini South Telescope*) in den darauffolgenden Tagen ausschließen. Allerdings befand sich *A/2017 U1* sehr lange im interstellaren Raum bei sehr niedrigen Temperaturen, d.h. vorhandenes Eis auf der Oberfläche stammt wahrscheinlich aus einer Zeit von vor mehreren Milliarden Jahren.

Spektroskopische Messungen des Objekts sind mit einer Interpretation sowohl eines Kometen als auch eines Asteroiden mit einer Oberfläche aus *organischem Material* konsistent – wie sie im Planetensystem bei sog. *Asteroiden vom Typ D* vorkommen. *A/2017 U1* besteht nicht nur aus Gestein, sondern ist reich an *Metallen* und *Tholinen*, *organischen Molekülen*, die der Strahlung von *ultraviolettem Licht* ausgesetzt waren.



Abb. 3 Künstlerische Darstellung des neu entdeckten interstellaren Asteroiden.
Der interstellare Asteroid *Oumuamua* scheint ein dunkelrotes langgezogenes metallisches oder felsiges Objekt zu sein; seine Länge beträgt etwa 400 Meter. Bisher wurde kein ähnliches Himmelsobjekt innerhalb des Sonnensystems entdeckt.

© ESO/M. Kornmesser

Eine ungewöhnliche Form

Die **Lichtkurve** von *A/2017 U1* deutet an, daß es sich um ein sehr langgestrecktes Objekt handelt: die Helligkeit variiert innerhalb einer Rotationsdauer um einen unglaublichen Faktor 10; dies weist darauf hin, daß die extreme Helligkeitsänderung aufgrund der enormen Länge des Asteroiden verursacht wird.

Das Verhältnis der beiden Achsen beträgt 10:1, der mittlere Radius des Objekts 102 ± 4 Meter; damit gleicht A/2017 U1 eher einem **interstellaren Zigarren-Asteroiden** (Abb. 3). Eine alternative Erklärung wären große Variationen der *Oberflächenalbedo*. Die Rotation des interstellaren Asteroiden beträgt etwa $7,34 \pm 0,06$ Stunden, nicht unüblich für derartige Objekte.

Die extrem ausgedehnte Form von A/2017 U1 ist sehr ungewöhnlich. Bisher kennen wir keine Objekte im Planetensystem, die eine ähnliche Form besitzen.

Die *chemische Zusammensetzung* des Objekts ähnelt der Zusammensetzung von Oberflächen von Asteroiden aus dem Planetensystem. Daher nehmen die Forscher an, daß derartig extrem langgestreckte Formen während der Entstehung des Sonnensystems nichts Besonderes waren als Asteroiden mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Planetensystem geschleudert wurden.

Die ungewöhnliche **dunkelrote Färbung** des Asteroiden wird wahrscheinlich von *kosmischer Strahlung* verursacht, die die Oberfläche des Himmelskörpers seit Millionen Jahren im Dunkeln des *interstellaren Raums* beleuchtet hat. Die kosmische Strahlung verursacht einen ähnlichen Farbeffekt bei Asteroiden und Kometen, die am Rand des Sonnensystems entstanden sind.

Woher stammt A/2017 U1?

Extrapoliert man die bisher bekannte Bahn des neu entdeckten Asteroiden rückwärts in der Zeit, könnte er aus der Richtung des *Sternsystems Wega* stammen [4]. Der Stern *Wega* ist der hellste Stern im Sternbild *Leier* (Lyr). Jedoch bewegt sich der Stern *Wega* selbst im Raum weiter – wie die Sonne, befand sich jedoch nicht an seinem gegenwärtigen Aufenthaltsort als *Oumuamua* sich vor rund 300.000 Jahren dort befand.

Daher könnte es sich bei dem Asteroiden A/2017 U1 auch um einen Wanderer in der *Milchstraße* handeln, der keinem bestimmten Sternsystem zugeordnet ist und so Hunderttausende Jahre durch die Galaxis schwebte bis er in das Sonnensystem gelangte.

Einige Wissenschaftler vermuten, daß interstellare Asteroiden wie *Oumuamua* etwa ein Mal pro Jahr durch unser Planetensystem fliegen, jedoch bleiben die meisten aufgrund ihrer geringen Helligkeit unentdeckt. Erst Himmelsdurchmusterungen wie Pan-STARRS sind imstande, derart lichtschwache Himmelsobjekte zu entdecken.

Andere Forscher dagegen schreiben den Ursprung des interstellaren Asteroiden einer *protoplanetaren Scheibe* in der Carina-Columba-Sternassoziation zu; von dort soll A/2017 U1 vor rund 40 Millionen Jahren ausgeschleudert worden sein, wonach seine Reise bis ins Sonnensystem begann.

Abb. 4 Amateuraufnahme des Asteroiden A/2017 U1.
Mithilfe eines 0,84m-Teleskops gelang L. Buzzi die nebenstehende Aufnahme des interstellaren Asteroiden *Oumuamua* (roter Kreis) in der Nacht vom 26./27. Oktober. Das 21 mag helle Himmelsobjekt wurde rund 50 Minuten lang belichtet.

© L. Buzzi/MPC 204



Die ersten Wissenschaftler denken bereits über eine **Mission zu Oumuamua** nach [6], um ihn vor seinem Verschwinden aus dem Planetensystem zu untersuchen; das wäre eine einzigartige Gelegenheit. Jedoch ist es dafür sicherlich viel zu spät, bedenkt man die lange Vorbereitungszeit planetarer Missionen.

Zudem stellt ein Rendezvous mit diesem interstellaren Asteroiden die Wissenschaft und die Technik vor zahlreiche Herausforderungen: insbesondere die Geschwindigkeit, mit der sich *Oumuamua* bereits aus dem Sonnensystem herausbewegt, beträgt rund 26 Kilometer pro Sekunde, das entspricht rund 95.000 Kilometer pro Stunde.

Keine der bisherigen Weltraummissionen konnte sich mit einer derart hohen Geschwindigkeit bewegen. Die bisher schnellsten Missionen, die bis zu 2/3-ten dieser Geschwindigkeit erreichten, waren *Voyager 1* und die *Plutomission New Horizons* [7]. Allein diese Reisegeschwindigkeit wäre eine enorme technische Herausforderung, die zahlreicher Innovationen und Entwicklungen im Bereich der Raumfahrtindustrie bedarf. Ein realistischer Start für eine derartige Asteroidenmission fände erst in 5-10 Jahren statt; bis dahin wäre *Oumuamua* bereits bis hinter die Bahn des *Zwergplaneten Pluto* [7] verschwunden, in Regionen von 50-200 AE Entfernung.

Bisher können die Wissenschaftler nicht eindeutig festlegen, woher der erste im Sonnensystem beobachtete interstellare Asteroid stammt. Die Suche läuft ...

Nun bewegt sich *Oumuamua* weiter in Richtung des Sternbilds *Pegasus* (Peg).

FAZIT

Die Entdeckung von A/2017 U1 deutet an, daß bisherige Abschätzungen der Dichte interstellarer Objekte zu niedrig waren. Die fortschreitende technische Entwicklung von Himmelsdurchmusterungen und deren Datenauswertung wird in der Zukunft wahrscheinlich weitere derartige interstellare Objekte „ans Licht“ bringen. Dadurch könnte es möglich sein, die chemische Zusammensetzung, auch unter mineralogischer Sicht, derartiger Himmelskörper aus anderen Planetensystemen „vor Ort“ zu untersuchen.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

* *Astronomische Einheit* (Abk. AE) = astronomische Einheit zur Entfernungsmessung
mittlerer Abstand Sonne-Erde = 1 AE = 149,6 Millionen Kilometer

** *Mondabstand* = mittlere Entfernung Erde-Mond = 384.400 Kilometer

\$ Benennung 1I/'Oumuamua

1=1. interstellares Objekt

I=interstellares Objekt

'*Oumuamua*=zuerst erreichen (hawaiianisch)

? Anzahl der bekannten Asteroiden und Kometen (Stand 15.11.2017)

1 interstellarer Asteroid
948 Kometen
746.324 Asteroiden

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe (*kursive Schreibweise*)
www.wikipedia.de

[2]
Meech, K. J., et al., *ESO Science Paper eso1737* – www.eso.org // MPEC-2017-U183
Nature News, 31 Oct 2017

[3] Animation der Bahn des Asteroiden A/2017 U1
<https://media.giphy.com/media/l1J9Pk440rxtW0wA8/source.gif>

[3a] Animation der Bewegung des Asteroiden A/2017 U1 am Himmel
https://giphy.com/gifs/3o6fJ0hoDjB3f3i8Ra?utm_source=iframe&utm_medium=embed&utm_campaign=Embeds&utm_term=http%3A%2F%2Fwww.astronomy.com%2Fnews%2F2017%2F11%2Finterstellar-asteroid-is-a-quarter-mile-long-red-beast
Animation der Bewegung des Asteroiden A/2017 U1
<https://www.eso.org/public/switzerland-de/videos/eso1737d/>

[4]
De la Fuente Marcos, C., et al., *Research Notes of the AAS*, Vol. 1, No. 1
Masiero, J. R., preprint (2017)
Mamajek, E., JPL, preprint (20 Nov 2017)
NEW DESIGNATION SCHEME FOR INTERSTELLAR OBJECTS, M.P.E.C. 2017-V17 (6 Nov 2017)

[5] Mehr Information zum Ursprung von A/2017 U1
Gaidos, E., et al., *Research Notes of the AAS*, Vol. 1, No. 1
Dybczynski, P. A., et al., preprint (21 Nov 2017)

[6] Hein, A. M., et al., *Initiative for Interstellar Studies* (Nov 2017)

[7] Mehr Information zur Plutomission New Horizons
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles__pluto__hauptseite.html