

Neues vom Zigarren-Asteroiden 'Oumuamua – UPDATE [21. Sept.]

Das Objekt **1I/2017 U1 'Oumuamua** ('Oumuamua) ist das erste **interstellare Objekt**, das in unser *Sonnensystem* eingedrungen ist (Abb. 1). Es wurde im Jahr 2017 eher zufällig entdeckt.



Abb. 1 Künstlerische Darstellung - das interstellare Objekt 'Oumuamua.

Das interstellare Objekt 'Oumuamua gleicht keinem anderen bekannten Himmelsobjekt. Am Himmel war es etwa 10 Millionen Mal lichtschwächer als die schwächsten Sterne, die man gerade noch mit dem bloßen Auge sehen kann.

© M. Kornmesser/ESO

Weshalb "interstellar"?

Die hohe Geschwindigkeit und die starke *Bahnneigung* von 'Oumuamua [2] lassen darauf schließen, daß es sich bei dem Objekt nicht um ein Mitglied unseres Sonnensystems handelt, sondern **interstellaren Ursprungs** ist und wahrscheinlich aus seinem *Sternsystem* herausgeschleudert wurde.

'Oumuamuas **chemische Zusammensetzung** läßt vermuten, daß es sich in der Nähe seines Ursprungsterns gebildet hat und nicht in unserem *Planetensystem*. Jedoch erscheint mysteriös, weshalb es sein Ursprungssonnensystem verlassen hat, da nur schwer möglich ist, ein derartiges Objekt aus einem Sternsystem herauszuschleudern.

'Oumuamua könnte den Astronomen helfen, einige der möglichen Modelle zur Entstehung von Planeten zu überprüfen [3]. Die Wissenschaftler vermuten, daß sich die Vorstufe der Planeten, die Planetesimale, aus kleinen Gesteinsobjekten bilden, die sich mithilfe der gegenseitigen Anziehung zu Planeten formen. Der Durchmesser von Planetesimalen liegt im Bereich von Kilometern.

Das Eis-Mysterium

Die wenigen Beobachtungen von 'Oumuamua weisen darauf hin, daß das Objekt relativ „**trocken**“ ist. Es flog mit einer Geschwindigkeit von rund 315.400 Kilometern pro Stunde an der Sonne vorbei, ähnlich der Geschwindigkeit eines *Kometen* in Sonnennähe.

Von **Kometen** weiß man, daß sie aus Eis und Gestein bestehen. In Sonnennähe erwärmt sich ihre Oberfläche, worauf Gas und Staub entweichen können, die als Kometenmaterie auf der Bahn des Objektes zurückbleiben. Zwar hinterließ 'Oumuamua keine Kometenmaterie auf seiner Bahn, jedoch könnte sich das Objekt in seinem ursprünglichen Planetensystem in einer Region entwickelt haben, die der *Oortschen Wolke* außerhalb unseres Sonnensystems ähnelt. Dort haben sich bei der Entstehung des Planetensystems Kometen entwickelt; sie blieben jedoch eisigkalt, da sie sich in großen Entfernungen von der Sonne befinden. In Sonnennähe streifen Kometen nach zahlreichen Umrundungen der Sonne gelegentlich ihre gesamte Materie ab und sehen am Ende aus wie Astroiden.

Komet oder Asteroid?

Falls sich 'Oumuamua nahe seinem Ursprungstern als **Asteroid** entwickelt hat, ist nur schwer vorstellbar, durch welchen Mechanismus er aus dem System hinausgeschleudert wurde. In der Nähe eines Sterns sind Objekte aufgrund der *Schwerkraft* stärker gebunden als in den Außenbereichen von Planetensystemen.

Nach den gegenwärtigen Vorstellungen über die Entstehung von Planeten sollte ausgeschleudertes Material - wie das von 'Oumuamua - vorwiegend aus Eis bestehen – typisch für **Kometen**. Wenn das Objekt sich in der Vergangenheit in der Nähe eines Sterns befand – wie die Asteroiden zwischen den Planeten *Mars* und *Jupiter*, sollte es hauptsächlich aus Gestein bestehen. Daher sind entweder unsere desbezüglichen Modelle falsch oder 'Oumuamua befand sich zuvor nicht in der Nähe eines Sterns, sondern möglicherweise viel weiter außen.

Die merkwürdige Rotation

Die Theorie eines „**Rauswurfs**“ von 'Oumuamua wird durch sein **Rotationsverhalten** bestätigt. Anstatt gemütlich vor sich hin zu rotieren scheint das Objekt keine schlüssige Drehung zu vollziehen, im Fachjargon wird dies als „*angeregter Rotationszustand*“ (*LAM-Status*) [5] bezeichnet. Wahrscheinlich resultiert diese Art Rotation von dem Kick aus seinem Ursprungssystem, entweder von einer lange zurückliegenden **Kollision mit einem anderen Himmelskörper** (Abb. 2) oder einer extremen Gezeitenwirkung während des Rauswurfs aus dem System. [4]

Abb. 2 Künstlerische Darstellung einer Kollision von 'Oumuamua.

Die merkwürdige Rotation des interstellaren Objekts könnte durch eine lange zurückliegende Kollision erklärt werden.

© ESO



Weniger plausibel erscheint die These, die Rotation stamme von dem *jetartigen Ausgasen* eisigen Materials aufgrund der Annäherung an einen Stern – wie bei einem Kometen. Das fehlende bzw. nicht beobachtete Oberflächeneis könnte sich unter einer **Kruste** aus Staub befinden, die sich durch das Bombardement mit *geladenen Teilchen* während der Reise im *interstellaren Raum*, durch den Einfluß *kosmischer Strahlung*, gebildet hat.

Die lange Reise hätte die Oberfläche des Objekts sozusagen „getoastet“ und dadurch eine schützende Oberflächenschicht entstehen lassen. Eine etwa 50 Zentimeter dicke Kruste könnte ausreichen, um das darunter liegende Eis vor Einflüssen wie der Sternstrahlung zu schützen. Bereits etwa 1-2 Meter unterhalb der Oberfläche von 'Oumuamua könnten interstellar bekannte niedrige Temperaturen herrschen. [4]

Andere Forscher halten diese Theorie für keine plausible Erklärung, denn man könne nicht die gesamte Oberfläche während einer Reise von mehreren Hunderttausend oder vielen Millionen Jahren vor sämtlichen äußeren Einflüssen schützen.

'Oumuamuas Reiseverlauf

Ein mögliches Szenario des Ursprungsortes von 'Oumuamua könnte die **enge Passage an einem riesigen Gasplaneten** – ähnlich dem Planeten Jupiter – gewesen sein (Abb. 3). Die Anziehung eines derart großen und massereichen Planeten würde ausreichen, 'Oumuamua aus dem Sternsystem in den *interstellaren Raum* zu schleudern.

Kommt ein Asteroid einem derartigen großen Gasplaneten zu nah, kann er sogar auseinander brechen. Im Fall von 'Oumuamua wäre ebenfalls möglich, daß die *Schwerkraft* des Riesenplaneten so stark war, daß sich sogar sein Aussehen bzw. seine Form veränderte und er deswegen ein eher zigarrenförmiges Aussehen besitzt.



Abb. 3 Künstlerische Darstellung der Wechselwirkung 'Oumuamuas mit einem Riesenplaneten. Einer Theorie zufolge könnte 'Oumuamuas Rauswurf aus seinem Ursprungssystem mit der gravitativen Wechselwirkung mit einem Riesenplaneten verursacht worden sein. Die Gezeitenwirkung hätte das Objekt in Richtung unseres Planetensystems schleudern können.

Allerdings befinden sich die Gasplaneten in Sternsystemen grundsätzlich außerhalb der **Schneelinie**, einer Grenze innerhalb einer *protoplanetaren Scheibe*, die die späteren Planeten aus Gestein bzw. Gas und Eis voneinander trennt.

Innerhalb der Schneelinie, in geringerer Entfernung zum Stern, werden die Planeten durch das Sternlicht sozusagen „trockengebacken“ und bestehen hauptsächlich aus Gestein. Dagegen besitzen die **außerhalb der Schneelinie** befindlichen Planeten, die wesentlich weniger Sternlicht und damit Wärmestrahlung erhalten, einen größeren Anteil Eis.

In unserem Sonnensystem befindet sich die Schneelinie zwischen den Bahnen der Planeten Mars und Jupiter. Wahrscheinlich befindet sich die Schneelinie in anderen sonnenähnlichen Planetensystemen in etwa gleicher Entfernung. Somit ist es für *Gasriesen* einfacher mit nahen kalten eisartigen Objekten in Wechselwirkung zu treten, jedenfalls öfter als mit *Gesteinsplaneten*, die sich in geringerer Entfernung zum Stern befinden. Die dort aus dem System weggeschleuderten Objekte sollten daher einen großen Eisanteil enthalten und eher Kometen ähneln als Asteroiden.

Basierend auf einem Planetensystem ähnlich dem unseren und der Annahme, daß während der Entstehung von Planeten mehrere Erdmassen Material aus dem System weggeschleudert werden, haben Forscher berechnet, wieviele interstellare Objekte wir in Zukunft beobachten sollten. Das Ergebnis: neben einigen größeren Planetesimalen könnten tatsächlich kleinere Fragmente wie 'Oumuamua weggeschleudert werden.

Die Geschichte ist komplizierter als gedacht

Die Bewegung sämtlicher Himmelsobjekte wird hauptsächlich durch die **Schwerkraft** bedingt, jedoch kann die Bewegung von Kometen zusätzlich durch **nicht-gravitative Kräfte** durch das *Ausgasen* beeinflusst werden [7]. Diese nicht auf gravitative Einflüsse zurückgehende Beschleunigung des Objektes während seiner Bewegung durch ein Planetensystem oder ähnlichem ist mindestens drei Größenordnungen schwächer als die *gravitative Beschleunigung*, etwa durch die Anziehung durch den *Zentralstern* eines Systems.

Eine Forschergruppe [7] berichtet 'Oumuamuas Bewegung enthalte mit hoher Wahrscheinlichkeit (30σ) einen nicht-gravitativen Einfluß. Dieses Ergebnis basiere auf erdgebundenen und Weltraumbeobachtungen während der Passage des interstellaren Objekts durch unser Sonnensystem.

Das Ergebnis sei nicht durch beispielsweise den *Strahlungsdruck* der Sonne, *Reibungseffekte* oder Wechselwirkung mit dem *Sonnenwind* oder *geometrische Effekte* beeinflusst. Die Messungen könnten lediglich durch Ausgasen - wie man es bei Kometen beobachtet - erklärt werden. Da keinerlei Kometenmaterie beobachtet bzw. detektiert werden konnte, führen die Forscher den beobachteten Effekt auf die Emission von aus der Oberfläche austretenden Staub, möglicherweise in Form von größeren Staubkörnern, zurück. Dies sei für die Wissenschaftler ein Indiz, daß es sich bei 'Oumuamua doch um einen Kometen handeln könnte.

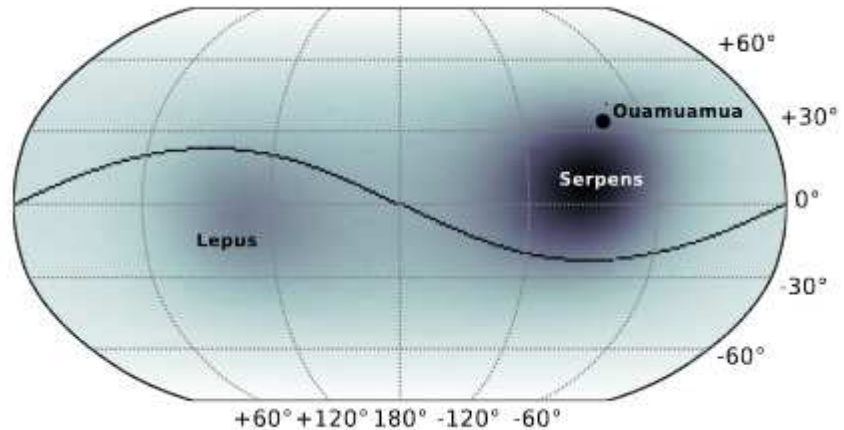
Das nächste interstellare Objekt

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß wir ein weiteres interstellares Objekt finden?

Eine Forschergruppe hat die Wahrscheinlichkeit berechnet, ein ähnliches Objekt mit einer Bahn, die 'Oumuamua ähnelt, aufzuspüren [4].

Die **Himmelskarte** (Abb. 4) zeigt eine zu 'Oumuamua parallele Bahn eines hypothetischen interstellaren Objekts (schwarze Linie). Dunklere Farben entsprechen einer höheren Wahrscheinlichkeit ein ähnliches Objekt zu finden.

Abb. 4 Wo finden wir das nächste interstellare Objekt?
Die Untersuchung belegt einige Regionen im Bereich der Sternbilder Hase (Lep) und Schlange (Ser) mit einer großen Wahrscheinlichkeit weitere, zu 'Oumuamua ähnliche interstellare Objekte zu finden.
© [4]



Eine **hohe Wahrscheinlichkeit** für das Auffinden eines interstellaren Objekts besteht demnach in der Nähe der Sternbilder *Hase* (Lep) und *Schlange* (Ser), die sich in der Nähe des *solaren Apex* bzw. *Anti-Apex* befinden. Der *Sonnenapex* markiert den *Fluchtpunkt* der Bewegung unserer Sonne um das Zentrum unseres am Nachthimmel als *Milchstraße* sichtbaren Sternsystems. Der schwarze Kreis markiert die Position, an der 'Oumuamua unser Sonnensystem „betreten“ hat.

Allerdings bewegen sich interstellare Objekte wahrscheinlich mit einer relativ hohen Geschwindigkeit durch das Sonnensystem, so daß den Forschern lediglich eine geringe (realistische) Wahrscheinlichkeit bleibt, diese auf ihrem Weg durch das Sonnensystem zu begleiten und zu vermessen.

Die Wissenschaftler sind bereits auf die Passage eines weiteren interstellaren Objekts gespannt. Falls sich bewahrheiten sollte, daß die „interstellaren Reisenden“ eher gesteinsartig sind und nicht aus Eis bestehen, könnte das ein schwerer Schlag für unser Verständnis der Entstehung von Planeten bedeuten. Möglicherweise sind es eher gesteinsartige Objekte, die in den *protoplanetaren Scheiben* entstehen.

Interessanterweise findet man in anderen Planetensystemen vom Zentralstern entfernte jupiterähnliche Bewohner nur in etwa jedem zehnten *Exoplanetensystem*. Für Exosysteme könnte dies bedeuten, daß sich außerhalb der Bahnentfernung des Planeten *Neptun*, dem 8. Planeten unseres Sonnensystems, und bei Nicht-Anwesenheit jupiterartiger Planeten in diesen Systemen eine bisher **unentdeckte eisige Population** befindet, die im Falle von 'Oumuamua für einen Rauswurf gesorgt haben könnte.

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 (yahw)

Quellenangaben:

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

[2] <http://theskyatnight.de/sites/default/files/Neues%20von%20Oumuamua%20-%20dez%202017%20-%20TSAN.pdf>

[3] Sean, N., et al., *MNRAS* **476**, Issue 3 (2018)

[4]

SciAm, 13 December 2017

Seligman, D., Laughlin, G., *AJ* **155**, Number 5 (2018)

Raymond, S.N., et al., *APJL* **856**, Number 1 (2018)

Do, A., et al., *APJL* **855**, Number 1 (2018)

[5] Belton, M.J.S., et al., *APJL* **856**, Number 2 (2018)

[6] Zwart, P.S., et al., *MNRAS* (May 2018)

[7] Micheli, M., et al., *Nature* **559**, pp 223-226 (2018)