



Moti Milrod

**English translation of article in Hebrew in Ha'aretz weekend edition (January 4, 2019):**

*Oded Carmeli*

## ***If it Turned Out to be True, it Would be One of the Greatest Discoveries in Human History***

*A strange, pancake-like object that crept into the solar system excited the scientific community. All this was nothing compared to the storm that took place when Prof. Avi Loeb, chair of the Astronomy department at Harvard University, published an article in which he mentioned the possibility that it was nothing short of an alien lightsail. In this interview, he tells why we have not yet met other life forms, and why the best thing that can happen to us is actually the discovery of dead civilizations.*

"I do not care what other people say," says Prof. Abraham (Avi) Loeb, chair of the department of Astronomy at Harvard University, who published one of the most controversial scientific articles of the past year (and one of the most popular in the media). "I simply do not care. I say what I think is right, and if the general public is interested in what I say - this is a welcome result but an indirect result. Science is different from politics. It is not a matter of popular opinion." Loeb, 56, was born in the village (Moshav) of Beit Hannan near Tel Aviv and studied physics at the Hebrew University as part of the Talpiot program. The well-known researchers Freeman Dyson

and John Bahcall have offered him a long-term fellowship at Princeton's Institute for Advanced Study, whose faculty included Albert Einstein and Robert Oppenheimer. In 2012, TIME magazine selected him as one of the 25 most influential people in space. Loeb won prizes, wrote books and published seven hundred articles in the most important scientific journals in the world. And in October 2018, along with his postdoctoral fellow Shmuel Bialy - another Israeli - he published an article in the Astrophysical Journal Letters in which he seriously raised the possibility that an intelligent species of extraterrestrials sent a piece technological equipment to Earth.

The object in question is `Oumuamua. For those who do not follow the news of space, `Oumuamua is the first object in history to be definitively identified as coming from outside the Solar System. The first interstellar guest came to us from the direction of Vega. In "Contact", Vega is the star from which the radio signal was sent to Judy Foster. In reality, `Oumuamua was discovered a Canadian astronomer named Robert Warwick, using the Pan STARRS telescope at the Haleakala Observatory, Hawaii. In the Hawaiian language, "Oumuamua" means a scout, a messenger that came from afar. The scout was discovered on October 19, 2017, close to the location of the Earth (relatively close, of course; `Oumuamua was discovered at a distance of 33 million km from us, or about 85 times the distance from here to the moon). While all the planets, asteroids, and comets that come from our solar system are orbiting in a single plane, since they formed out of the same gas and dust disc that circled around the Sun, `Oumuamua entered the Solar System north of the plane in an extreme hyperbolic approach with a speed of 26.3 kilometers per second beyond the escape velocity from the solar system. A reconstruction of its path indicates that `Oumuamua crossed the orbital plane of the planets on September 6, 2017, with the Sun's gravity accelerating the object to a speed of 87.7 kilometers per second, and on 9 September, 2017, the object moved close to Mercury. On October 14, five days before it was discovered in Hawaii, the object passed 24,180,000 km from Earth, or about 62 times the distance from here to the Moon. Two days later the object crossed back to the north of the plane, and this time it was just behind Saturn's path – on its way out of the Solar System, toward the constellation Pegasus.

**How does it feel to sit next to colleagues at the University's cafeteria the day after you publish an article such as the one which suggested that `Oumuamua might be a lightsail?**

"The article was written, among other things, on the basis of conversations I had with colleagues whom I respect scientifically. Senior scientists recognized that this object is strange, but they were afraid to publish their thoughts. I do not understand that. After all, academic tenure is designed to give scientists the freedom to express their sincere thoughts without risking their job. Unfortunately, most scientists come to tenure - and continue to worry about their image. As children we ask questions about the world, we allow ourselves to make mistakes. The ego should not play the dominant role. We should explore the world innocently and honestly. As scientists, we enjoy the privilege of maintaining our childhood curiosity. Rather than worry about our ego – we should pursue the truth, especially after having tenure. "

**If you did not have tenure, would you not publish the article?**

"I guess not. It is not just the tenure issue. I serve as chair of the Harvard Astronomy department, director of the Institute for Theory and Computation and founding director of the Black Hole Initiative. In addition, I chair the Board on Physics and Astronomy of the National Academies in the US. So I am risking my public image, if my assertion turns out to be untrue. On the other hand, if it turns out to be true, it is one of the greatest discoveries in human history. To make progress in our understanding of the universe, we need to be reliable, and the only way to be reliable is to follow what you see as true and not worry about your image. What is the worst thing that can happen to me? That I will be removed from my administrative duties? This will offer the benefit of providing me with more time for my scientific research."

### **What are they looking for?**

The first interstellar visitor to be detected triggered great excitement among scientists, but its shape and behavior also raised lot of questions. "Astronomers observed it through telescopes, but not enough," says Loeb in disappointment, in my interview with him in Tel Aviv last week. "We observed it continuously for only six days, between 25 and 31 October, 2017, about a week after it was discovered. At first the observers concluded: OK, it must be a comet, but they did not see a cometary tail. Comets contain ice and this ice evaporates from their surface as they approach the Sun. But we did not see a trail of gas or dust from `Oumuamua. Then astronomers thought: well, it must be an asteroid, just a piece of rock. But over its spin period of eight hours, `Oumuamua's brightness changed by a factor of 10 - while the brightness of almost all asteroids we know varies by at most a factor of three. If we assume that the reflectivity of light is constant, that means that `Oumuamua is at least ten times longer than it is wide when projected on the sky. There are two possible interpretations for this extreme geometry. One that the object looks like a cigar and the other that it looks like a pancake. The same observers studied the lightcurve of `Oumuamua and concluded that if it received many gravitational kicks along its journey - and this is likely since it spent a lot of time in interstellar space - its shape is more likely to be pancake-like. Later, additional strange features were discovered involving, for example, its origins."

I wrote before that the origin of `Oumuamua is from the direction of Vega, but it is not entirely accurate. Space is huge and even at `Oumuamua's speed - which exceeds the speed of any chemical rocket used so far - the journey from Vega to the Solar System would have taken 600,000 years. But the Vega star which is circling around the Milky Way like the sun and all other stars, was not in that region of the sky 600,000 years ago. "If you average the speeds of all the stars in the vicinity of the Sun," says Loeb, "you get a system called the Local Standard of Rest. `Oumuamua was nearly at rest in that special system before it was scattered by the Sun. It did not approach us. It stayed in place, like a buoy in the sea, until the ship of the Solar System bumped into it. Only one out in 500 stars is so much at rest in that frame as `Oumuamua was. This is a very low probability. After all, if it was a rock kicked out of another planetary system, we expected it to inherit the speed of its parent star, not the average speed of all the thousands of stars in our vicinity. "

But the biggest surprise came last June, as new data from the Hubble Space Telescope implied that the mysterious object had accelerated during its passage through the inner solar system in 2017 - an acceleration that was not explained by the Sun's gravity. Excess accelerations of this magnitude can be explained by the rocket effect in comets: as a comet approaches the Sun, the Sun warms the ice on its surface and turns it to gas which pushes the comet like a rocket. But the

observations did not reveal a cometary tail behind `Oumuamua. Moreover, outgassing would have caused a rapid change in the spin period of the object, which was not observed and could have broken the object into fragments.

If not cometary outgassing, what gave `Oumuamua the extra push? Here Loeb entered the picture. According to his calculations, the acceleration of Oumuamua could have been caused by the momentum of sunlight. "The only hypothesis I could think of," he says, "is a boost from sunlight. But in order for it to be effective, the object must be very thin, less than a millimeter thick, that is, a pancake-like sail. In addition, the Spitzer space telescope did not detect heat from the object, implying that it must be small and hence its reflectivity should be ten times higher than a typical asteroid or comet. And so, what we have in front of us, then, is a thin, flat, shiny object. That's how I arrived at the idea of a solar sail. A lightsail uses the momentum of light that reflects off it for propulsion. Instead of using fuel, it is pushed forward by returning light. In fact, this is a technology that our civilization is developing these days. "

### **Sending Technological Bottles to Space**

Avi Loeb certainly knows a thing or two about lightsails. In 2016, the physicist and entrepreneur Yuri Milner announced along with Stephen Hawking, Mark Zuckerberg and others, a new initiative: Breakthrough Starshot, to launch lightsails at a fifth of the speed of light for the purpose of exploring the neighboring star system system, Alpha Centauri, four light years away. Loeb chairs the scientific advisory board for the project.

"The first question we asked about `Oumuamua was whether a lightsail could survive impact by dust and gas particles along its interstellar journey - and we found that it would. Then we calculated that the excess acceleration provided by sunlight would match that observed if the sail was less than a millimeter thick. We cannot tell if the object is technologically functional or defunct, in which case the spacecraft just floats in space. But if `Oumuamoa was created along with an entire population of similar objects launched at random, the fact that we discovered it with Pan STARRS means that a quadrillion such objects must be produced per star in the Milky Way during the age of the galaxy. The requirement is drastically reduced if one assumes that `Oumuamua was sent on a targeted mission into the habitable region of the Solar System. One has to keep in mind that humanity did not broadcast anything tens of thousands of years ago, when the object was still in interstellar space. And so, any sender did not know there was intelligent life here. Therefore, in case of a targeted mission – it can only be a fishing expedition."

### **Fishing for what?**

"I do not know. I like to go on the beach with my daughters, like here in Tel Aviv, and look at seashells that were swept ashore. Occasionally we find a glass bottle between the natural seashells. Similarly, we should study any interstellar object that enters the Solar System and check whether it might contain a message in a bottle. So far we have searched for signals from extraterrestrial civilizations in the radio, because we developed this technology ourselves a century ago. But another approach is to search for a technological bottle. Humanity sent Voyager 1 and 2, already into the interstellar space. These are technological messages in a bottle. And in the next century we will likely send many more bottles at much higher speeds. "

## **Like Breakthrough Starshot?**

"Exactly. Our goal in this project is to launch lightsails to a fifth of the speed of light so that they will reach the Alpha Centauri within 20 years. And the reason is clear: I am 56 and Yuri Milner is 56. At this speed, we could see any photos taken by such probes during our lifetime. Of course, the sailboats will continue on their way long after Milner and I will not be here. It is possible that space is full of such lightsails and we just cannot detect them with existing telescopes because they are small and fast. We only noticed `Oumuamua because this was the first time our detection technology was sensitive enough to notice objects that are tens of meters in size passing near the Earth. In three years, the construction of LSST will be completed, providing us with a far greater sensitivity than Pan-STARRS. This will allow us to detect many more objects which originated from outside the solar system. At that point we will know whether or not `Oumuamua is an anomaly. The importance of my article was to attract the attention of astronomers so that they will allocate observing time on the best telescopes at our disposal to study additional interstellar objects, and perhaps even contemplate a space mission to fly by them, take a close-up photo or even land on their surface and study them in greater detail. At the moment, we do not have the propulsion technology that allows us to catch up with `Oumuamua. The visitor came to dinner, went out into the street and disappeared into the darkness. And we might never know what it was looking for. "

**But the Breakthrough Listen Project used a radio telescope to listen to `Oumuamua with unprecedented sensitivity, to the level of a cell phone transmission. And we did not hear anything.**

"When I suggested to Milner that we listen to `Oumuamua in early November 2017, we knew that the chance of receiving a signal was negligibly low. Because even if there is radio transmission, it will not necessarily be sent in our direction since it will likely be beamed to conserve energy. That is, even if this scout had broadcasted back to its operators, we will not necessarily intercept the signal. In addition, we do not know the transmission frequency. And it is also possible that the broadcasting is intermittent with a low duty cycle, occurring only at special times. Finally, it might be a non-operating space junk with nobody to broadcast to."

**So why did SETI never detected direct radio signals from alien civilizations? We have been listening for decades and found nothing.**

"Judging by our behavior, it seems to me that the most likely explanation is that advanced civilizations develop the technologies that destroy them shortly after they are capable of transmitting signals. There is a time when culture is still careful, for example, not to enter a nuclear war. But consider the possibility that the Nazis were successful in developing nuclear weapons. In that case, the second world war could have led to mass annihilation. And there are, of course, asteroids and global warming and lots of other self-inflicted wounds. The technological window of opportunity may be very small. They launch such sails, but no longer

have someone to broadcast back to. "

**That is to the question asked by Enrico Fermi - "Where is everyone?" - You reply: "Dead."**

"Absolutely, most of them. Our approach should be archaeological. Similar to the way we dig into the earth to discover cultures that do not exist anymore, we must dig in space to discover dead extraterrestrial cultures."

**Isn't it more simple - and therefore more scientific - to assume that we are alone until proven otherwise?**

"No. Those who claim that we are singular and special show arrogance. My premise is cosmic modesty. Thanks to the Kepler Space Telescope, we know that there are more planets like Earth than grains of sand on all the beaches on Earth. So you think of a king who managed to take over a piece of land from another country in a terrible battle, and felt that he was a great and omnipotent ruler. And even imagine that he managed to control all the land on Earth. Even then, he is like an ant that hugs a single grain of sand on a huge beach. Practically nothing of significance. My guess is that we are not the only ants on the beach, that we are not alone. "

**This is speculation. You do not know that for sure.**

"The search for extraterrestrial life is not speculation, it is much less of a speculative than the dark matter hypothesis, an invisible substance that accounts for 85% of the matter in the universe. The dark matter hypothesis is part of the mainstream of astrophysics – even though we never detected the related particles. Life in the universe is not speculation, for two reasons: (a) We exist on earth, and (b) About a quarter of all the stars host a habitable Earth-size planet, with physical conditions similar to Earth. There are many examples in mainstream science for hypotheses that have not yet been confirmed by experiments or observations. Science makes progress on a basis of anomalies, namely phenomena that cannot be explained by conventional explanations. "

**And here is the fact that there is a huge difference between the search for dark matter and the search for extraterrestrial life. They would not have interviewed you for "Good Morning America" if you wrote a paper on the subject of dark matter.**

"Indeed. This is because there is an extensive science fiction literature on contact with advanced civilizations, with which the public is fascinated, but nothing like it on dark matter. So what? Most scientists talk about searching for primitive life, but there is a taboo about searching for intelligent life. This is not at all clear to me. After all, in the only place where we find a primitive life, the earth, there is also intelligent life - if indeed we should be regarded as intelligent. Our science is not in a healthy state. I asked a scientist studying objects in the Kuiper belt, a senior astronomer who discovered many objects there, if he was looking for changes in their brightness that might indicate artificial light. He said, 'Why look? There is nothing to look for; it is obvious to start with that their brightness will change as expected from reflected'. If you are not willing to find unusual things, you will never find them. Of course, any argument should be

based on evidence, but once the evidence indicates an anomaly, it is necessary talk about the anomaly. Who cares if this anomaly has appeared or not appeared in science fiction books? I am not a fan of science fiction anyway. "

**Come on, now. Do not you like science fiction?**

"No. The moment I read a story that contradicts the laws of nature, it bothers me, I love literature and I love science, but imagination that violates the laws of physics bothers me. "

**So did not you read Arthur C. Clarke's "Encounter with Rama?" Because it is very reminiscent of the meeting with `Oumuamua.**

"No. What preoccupied me was the basic problems of life."

**The origin of life? Their distribution in the universe?**

"Real life, our lives as human beings. I would read philosophy books, especially on existentialism. I was born on a farm in a village. Every afternoon I would collect eggs and on weekends I would ride a tractor to the hills and read philosophy books on my own. I love nature. I love to be alone. I do not exist on social networks. I think about my ideas when I am alone in the shower. And I did not even think about a press release for this paper on `Oumuamua. I wrote a scientific article which was published like any of my research papers in a scientific journal and posted on the arXiv ahead of time. I did not even make any statement to the press. Two bloggers read the article on the arXiv - and their reports became viral."

**And how does it feel to be a viral scientist? The report about your article on NBC News was a the most popular science piece of 2018.**

"I used the interaction with the media to explain the scientific process, that involves a lot of uncertainty due to limited evidence. The populist movements in the US and Europe are based in part on the fact that the public lost trust in what is labeled as "the scientific elite". People deny global warming, for example. One of my interviewers in Germany said, 'There are scientists who say it is a mistake to speak with the public when you are still not sure.' The same scientists think that if we will expose situations of uncertainty, the public will not believe us when we talk about climate change. But the lack of credibility stems precisely from the fact that scientists build an ivory tower and only show the public their final conclusions. If a group of scientists shut themselves in a room, and only at the end of the process come out and lecture their conclusions to the public as to students in a classroom, then some people will not believe them since they would feel as if they are treated as inferior. Since they have not seen the uncertainties, they are did not see that in the early stages there was not enough data, and cannot appreciate that when scientists agree – the evidence must be overwhelming. The right approach is to convince the public that the scientific process is a normal, human process, no different from what a police detective does in a crime scene or a plumber does to repair the pipes. Scientists are considered elite because they themselves create this ivory tower artificially. They say: 'The public does not understand, so you do not have to share it. We will decide among ourselves what's right, and then we will come out united and tell the politicians what to do. But then the populist politician

says: 'Only the elite says that, they hide other things from us.' The problem stems from the leap to the conclusions and policy recommendations. Differences in opinions within the scientific community when the evidence is unclear would give the public confidence in the scientific process, and with confidence in the process comes credibility. "

**And if we do discover that we are not alone in the universe? What effect will the discovery have on our lives?**

"The impact would be enormous. Most likely, the aliens will be more advanced than we are because our technology was developed relatively recently in cosmic history. We could learn a great deal from them - about technologies developed over millions or billions of years. And it may be that this is why we have not yet identified intelligent extraterrestrial life, because we are still rather primitive on the cosmic scale and cannot read the subtle signals around us. As soon as we will leave the solar system, we might find a lot of interstellar traffic out there. We might even receive a message saying: 'Welcome to the interstellar club!' Or we'll find a lot dead civilizations, namely their remains."

**And that would be good news? If there are many advanced civilizations that were killed or self-eliminated, this would not be a good sign for our future.**

"It would be an excellent sign. It would make us think again about what we are doing here and now, and teach us a lesson of what needs to be done in order not to share the same fate of these dead civilizations. We need to be more cooperative and less combative with each other. We should avoid climate change and settle in space. This should lead to a good place. The basic question is whether people are fundamentally good in their nature."

**And what is the answer?**

"I believe so. As soon as it will turn out that there really are a lot of civilizations that have become extinct, I believe that people will come together and reach the correct conclusions. And if we discover the remnants of advanced technologies, they will prove to us that we are only at the beginning of the road and not the smartest kids in the block. And that if we do not continue on this path, we will miss a lot of what we can see and experience in the universe. Imagine showing the iPhone you are using to record our conversation to a cave person. What would that person think of this unusually sculpted object? Now, consider `Oumuamua to be the iPhone and us as the cave people. Imagine scientists, who are regarded as the bearers of reason and wisdom among the cave people, looking at this instrument and saying – no, it is just a piece of rock. An unusually shaped rock, but just a rock. How dare you claim that it is not a rock?"





אם יתברר שזה נכון, זו תהיה אחת  
התגליות הגדולות בהיסטוריה  
האנושית



הדמיה של  
אומאמואה.  
אם לא פליטת  
גזים, מה גרם  
לו להאיץ  
בפתאומיות?  
צילום: / ESO  
M.  
Kornmesser

**עצם מוזר ודמוי־פנקהייק שהתגנב למערכת השמש הסעיר את הקהילה  
המדעית. כל זה היה כאין וכאפס לעומת הסערה שהתחוללה כשפרופ' אבי  
לייב, ראש המחלקה לאסטרונומיה באוניברסיטת הרווארד, פירסם מאמר  
שבו שיער שמדובר בלא פחות מחללית ריגול חוצנית. בראיון עמו הוא  
מספר מדוע טרם פגשנו צורות חיים אחרות, ולמה הדבר הכי טוב שיכול  
לקרות לנו הוא דווקא גילוי של ציוויליזציות מתות**

שמור 54 3160

17:08 | עודכן ב: 15:18 02.01.2019

עודד כרמלי



"לא אכפת לי מה אנשים אומרים", אומר פרופ' אברהם (אבי) לייב, ראש המחלקה לאסטרונומיה באוניברסיטת הרווארד ומי שפירסם את אחד המאמרים השנויים ביותר במחלוקת בשנה החולפת (וגם אחד הפופולריים ביותר בכלי התקשורת). "זה בכלל לא מעניין אותי. אני אומר את מה שאני חושב, ואם הקהל הרחב מתעניין במה שאני אומר — זו תוצאה מבורכת בעיני, אבל תוצאה עקיפה. המדע שונה מהפוליטיקה. אני לא צריך לשכנע אף אחד".

לייב, בן 56, נולד במושב בית חנן ולמד פיזיקה באוניברסיטה העברית במסגרת תוכנית תלפיות. החוקרים הידועים פרימן דייסון וג'ון בקל קיבלו אותו למכון למחקר מתקדם של אוניברסיטת פרינסטון, מוסד שעם חבריו נמנו אלברט איינשטיין ורוברט אופנהיימר. ב-2012 בחר בו מגזין "טיים" לאחד מ-25 האנשים המשפיעים ביותר בתחום החלל. לייב זכה בפרסים, כתב ספרים ופירסם מאות מאמרים בכתבי העת המדעיים החשובים בעולם. ובאוקטובר 2018, יחד עם פוסט־דוקטורנט שלו בשם שמואל ביאלי — ישראלי נוסף —

הוא פורסם [מאמר](#) בכתב העת הוותיק *Astrophysical Journal*, ובו העלה ברצינות את האפשרות שמין תבוני של חוצנים שלח חללית לכדור הארץ.

החללית המדוברת היא [אומואמואה](#). למי שלא עוקב אחר חדשות החלל, אומואמואה הוא העצם הראשון בהיסטוריה שזוהה בוודאות ככזה שבא מחוץ למערכת השמש. האורח הבינכוכבי הראשון הגיע אלינו מכיוון וגה, הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת הכוכבים נבל, המרוחק 26 שנות אור מאיתנו. בסרט "קונטקט", וגה הוא הכוכב שממנו נשלח את הרדיו לג'ודי פוסטר.

במציאות, את אומואמואה גילה אסטרונום קנדי בשם רוברט ווריק, באמצעות הטלסקופ Pan-STARRS שבמצפה הכוכבים הלהאקאלה, הוואי. בשפה ההוואית, "אומואמואה" פירושו "שליח ראשון שבא מרחוק", ובמילים אחרות – "סייר". הסייר [התגלה](#) ב-19 באוקטובר 2017, קרוב להחשיד לכדור הארץ (קרוב באופן יחסי, כמובן: אומואמואה התגלה כשהוא במרחק 33,000,000 ק"מ מאיתנו, או כ-85 פעמים המרחק מכאן לירח).

בזמן שכל כוכבי הלכת, האסטרואידים והשביטים שמוצאם במערכת השמש שלנו מקיפים פחות או יותר את מישור המילקה, שכן הם נוצרו מאותה דיסקת גז ואבק שהסתובבה סביב עצמה, אומואמואה נכנס למערכת השמש מצפון למישור, במסלול היפרבולי קיצוני ובמהירות של 26.3 ק"מ לשנייה מעבר למהירות המילוט ממערכת השמש.



צילום: מוטי מילרוד

פרופ' אבי לייב, בשבוע שעבר בתל אביב. לא אוהב מדע בדיוני

משחזור מסלולו עולה שאומאמואה חצה את מישור המילקה ב-6 בספטמבר 2017, כשכוח הכבידה של השמש האיץ את העצם למהירות של 87.7 ק"מ לשנייה. ב-9 בספטמבר העצם חלף קרוב יותר לשמש ממסלולו של כוכב חמה. וב-14 באוקטובר, חמישה ימים לפני שהתגלה בהוואי, העצם חלף במרחק 24,180,000 ק"מ מכדור הארץ, או כ-62 פעמים המרחק מכאן לירח. יומיים אחר כך העצם חצה חזרה לצפון מישור המילקה, ובימים אלה הוא נמצא קצת אחרי מסלולו של שבתאי מהשמש — כשהוא עושה את דרכו הארוכה החוצה ממערכת השמש, לכיוון קבוצת הכוכבים פגסוס.

**"יכול להיות שאני עושה פה התאבדות תדמיתית, אם יתברר שזה לא נכון", אומר לייב. "מה הדבר הכי גרוע שיכול לקרות לי? יסלקו אותי מתפקיד ראש המחלקה? יהיה לי יותר זמן למדע"**

## **איך התחושה לשבת לצד העמיתים בקפטריה של האוניברסיטה יום אחרי שאתה מפרסם מאמר שכזה, הטוען שאומואמואה הוא בעצם חללית ריגול?**

"המאמר שפירסמתי נכתב, בין היתר, על סמך שיחות שהיו לי עם קולגות שאני מכבד מבחינה מדעית. מדענים במעמד בכיר אמרו בעצמם שהעצם הזה משונה, אבל הם פחדו לפרסם את המחשבות שלהם. אני לא מבין את זה. הרי הקביעות באקדמיה נועדה לתת למדענים את החופש להסתכן בלי לדאוג למשרה שלהם. לצערי, רוב המדענים מגיעים לקביעות — וממשיכים לדאוג לתדמית שלהם. כילדים אנחנו שואלים שאלות על העולם, אנחנו מרשים לעצמנו לטעות. האגו לא משחק תפקיד. אנחנו לומדים על העולם בתמימות ובכנות. כמדען אתה אמור ליהנות מהפריבילגיה של המשך הילדות. לא לדאוג לאגו — לדאוג לחשיפת האמת. בייחוד אחרי שיש לך קביעות".

## **אם לא היתה לך קביעות, לא היית מפרסם את המאמר?**

"אני מניח שלא. זו לא רק הקביעות. אני ראש המחלקה לאסטרונומיה בהרווארד, ראש המכון לתיאוריה ומחשוב באוניברסיטה ומייסד יוזמת החורים השחורים. בנוסף, אני מנהל

את הוועדה המרכזית לפיזיקה ואסטרונומיה באקדמיה הלאומית למדעים בארה"ב. אז יכול להיות שאני עושה פה התאבדות תדמיתית, אם יתברר שזה לא נכון. מצד שני, אם יתברר שזה כן נכון, מדובר באחת התגליות הגדולות בהיסטוריה האנושית. כדי שתהיה התקדמות בהבנה שלנו של היקום, אנחנו צריכים להיות אמינים, והדרך היחידה להיות אמין היא לעקוב אחרי מה שאתה רואה, לא אחרי עצמך. חוץ מזה, מה הדבר הכי גרוע שיכול לקרות לי? יסלקו אותי מתפקיד ראש המחלקה? יהיה לי יותר זמן למדע".

## מה הם מחפשים?

החבר הראשון מכוכב אחר עורר התרגשות רבה בקרב מדענים, אבל צורתו והתנהגותו עוררו גם הרבה מאוד סימני שאלה.

"תיצפתו עליו, אבל לא מספיק", אומר לייב באכזבה, בראיון שנערך עמו בתל אביב בשבוע שעבר. "תיצפתו עליו בצורה רציפה רק במשך שישה ימים, בין 25 ל-31 באוקטובר, כלומר שבוע אחרי שגילו אותו. בהתחלה אמרו: אוקיי, זה בטח כוכב שביט, אבל לא ראו זנב שביטי. שביטים מורכבים מקרח, והקרח הזה מתאדה בהתקרבתם לשמש. אבל לא ראינו שובל של גז או אבק מאומאמואה. ואז חשבו: טוב, זה בטח אסטרואיד, פשוט גוש אבן. אבל העצם הסתובב על צירו על פני שמונה שעות, ובזמן הזה הבהירות שלו השתנתה בפקטור של 10 — ואילו בהירות כל האסטרואידים שאנחנו מכירים משתנה, לכל היותר, בפקטור של שלוש. אם מניחים שהחזרת האור קבועה, פירושו של דבר שהאורך שלו גדול לפחות פי עשרה מהעובי שלו. יש שתי אפשרויות לגיאומטריה הקיצונית הזאת. האחת שמדובר בצורת סיגר — והשנייה היא צורה של פנקייק. האמת היא שאותם תצפיתנים שבדקו את השתנות האור של אומאמואה הגיעו למסקנה שאם הוא קיבל הרבה דחיפות כבידתיות במסע — וזה סביר, כי הוא בילה הרבה זמן בחלל הבינכוכבי — צורתו שטוחה כמו פנקייק. בהמשך התגלו תכונות נוספות שהיו מוזרות, כמו מוצאו".

כתבתי קודם שמוצאו של אומאמואה הוא מכוכב וגה, אבל זה לא מדויק לחלוטין. היקום הוא מקום עצום, וגם במהירות של אומאמואה — מהירות שאף חללית אנושית עוד לא הגיעה אליה — מסע מווגה למערכת השמש היה אורך 600,000 שנה. אלא שכוכב וגה מקיף בינתיים את מרכז שביל החלב, כמו השמש וכל שאר הכוכבים, והוא כלל לא היה באזור ההוא של השמים לפני 600,000 שנה.

"אם אתה ממצע את מהירויות כל הכוכבים בסביבה", מסביר לייב, "אתה מקבל מערכת שנקראת מערכת המנוחה המקומית. אומאמואה היה במנוחה יחסית למערכת הזאת. הוא לא בא אלינו. הוא חיכה במקום, כמו מצוף בים, עד שספינת מערכת השמש נתקעה בו.

כדי לסבר את האוזן, אחד מתוך 500 כוכבים במערכת הוא עד כדי כך במנוחה כמו אומואמואה. זו הסתברות מאוד נמוכה. הרי אם היה מדובר באבן שסתם נזרקה ממערכת שמש אחרת, היינו מצפים שהיא תישא איתה את מהירות מערכת הכוכב השלה, לא את המהירות הממוצעת של כל אלפי הכוכבים בסביבה".

The story of 'Oumuamua, the first visitor from another star system | Karen J. ...



אולם ההפתעה הגדולה ביותר הגיעה בחודש יוני האחרון, כשנתונים חדשים מטלסקופ החלל האבל העלו שהעצם המסתורי האיץ במהלך ביקורו במערכת השמש הפנימית ב-2017 — האצה שאינה מוסברת על ידי כוח הכבידה של השמש.

האצה כזאת יכולה להיות מוסברת על ידי האפקט הרקטי של שביטים: השביט מתקרב לשמש, השמש מחממת את הקרח בשביט והקרח נפלט לחלל בצורה של גז, פליטה המאיצה את השביט כמו רקטה. אלא שהתצפיות לא גילו זנב שביט מאחורי אומואמואה. יתרה מכך, פליטת גזים היתה גורמת לשינוי מהיר בקצב הסיבוב של העצם סביב עצמו, שינוי שגם הוא לא נצפה בפועל, וייתכן שהיה מפרק את העצם לגורמים.

אם לא פליטת גזים, איזה כוח גרם לאומואמואה להאיץ? כאן נכנס לייב לתמונה. לפי החישובים שלו, ההאצה של אומואמואה נגרמה על ידי דחיפה.

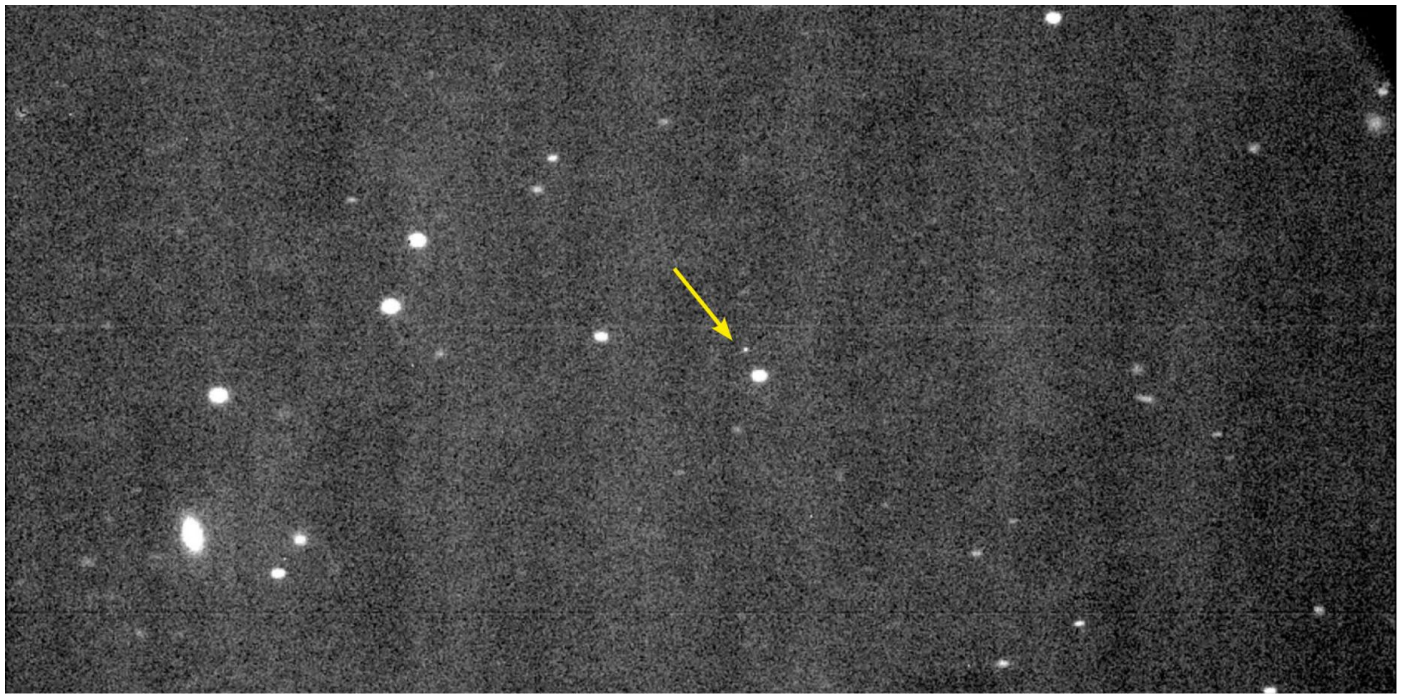


"ההשערה היחידה שיכולתי לחשוב עליה", הוא מספר, "היא דחיפה מאור השמש. כדי שזה יעבוד, העצם צריך להיות דק מאוד, בעובי של פחות ממילימטר, כלומר סוג של פנקייק. בנוסף, טלסקופ החלל שפיצר לא מצא עדויות לפליטת חום מהעצם, וזה אומר שיכולת החזרת האור שלו טובה לפחות פי עשרה מזו של שביט או אסטרואיד טיפוסיים. לפנינו, אם כן, עצם דק, שטוח ומבריק. כך הגעתי לרעיון של מפרשית שמש: מפרשית היא חללית שמשתמשת במפרש שמש כהנעה חללית. במקום להשתמש בדלק, היא נדחפת קדימה על ידי החזרת אור. למעשה, זו טכנולוגיה שהציוויליזציה שלנו מפתחת בימים אלו ממש".

## לשלוח בקבוקים לחלל

אבי לייב בהחלט יודע דבר או שניים על מפרשיות שמש: ב-2016 הכריז הפיזיקאי ואיל ההון יורי מילנר, יחד עם סטיבן הוקינג, מרק צוקרברג ואחרים, על Breakthrough Starshot: מיזם להאצת מפרשיות שמש לחמישית ממהירות האור כדי לחקור את מערכת השמש השכנה, אלפא קנטאורי, המרוחקת ארבע שנות אור מאיתנו. למנהלו המדעי של המיזם מונה לייב.

"השאלה הראשונה ששאלנו היא אם מפרשית כזאת יכולה לשרוד מיליארדי שנים בשביל החלב — ומצאנו שכן. פגיעה של אבק או גז בינכוכבי לא תגרום לה להישחק. אחר כך ניסינו לחשב את ההאצה שמפרש שמש יעניק לעצם, ומצאנו שההאצה מסתדרת עם ההאצה של אומאמואה. אין לנו אפשרות לדעת אם מדובר בטכנולוגיה פעילה, או שמדובר בחללית שיצאה מכלל שימוש וממשיכה לצוף בחלל. אבל אם אומאמואה נוצר יחד עם אוכלוסייה שלמה של עצמים דומים ששוגרו באקראי, העובדה שגילינו אותו פירושה שיוצרו שיגרו קוודריליון גשושיות כמוהו לכל כוכב בשביל החלב. כמובן, האקראיות פוחתת משמעותית אם מניחים שאומאמואה היתה משימת ריגול שנשלחה במכוון למערכת השמש הפנימית, כלומר לאזור שבו ייתכנו חיים. צריך לזכור שהאנושות לא שידרה שום דבר לפני עשרות אלפי שנים, כשהעצם עוד היה בחלל הבינכוכבי. לא ידעו שיש פה חיים תבוניים. לכן אני חושב שזה פשוט יוזמת חיפוש, פשינג אקספדישין".



צילום: ESO / O.Hainaut

אומאמאה, כפי שתועד בסוף 2017 מטלסקופ המוצב בצ'ילה

## עוד כתבות בנושא

- אז... איפה כולם? להפיג את הבדידות הגלקטית 07.09.2016
- המחקר שמסביר למה כמעט ואין סיכוי לחיים בחלל החיצון 07.11.2014
- לראשונה, עצם שמקורו מחוץ למערכת השמש זוהה ליד כדור הארץ 29.10.2017

## פשינג פור וואט?

"אני לא יודע. אני אוהב ללכת על חוף הים כשאני בחופשה, כמו פה בתל אביב, ולהביט בצדפות עם הבנות שלי. ומדי פעם אנחנו מוצאים בקבוק זכוכית בין הצדפות. לפי דעתי צריך לחקור את הבקבוק. עד כה חיפשנו עדויות לתרבויות אחרות בשידורי רדיו, כיוון שאנחנו פיתחנו את הטכנולוגיה הזאת במאה שעברה. אבל דרך אחרת היא לחפש מסר בבקבוק. האנושות שיגרה את וויאג'ר 1 ו-2, שכבר נמצאות היום בחלל הבינכוכבי. אלה מסרים בבקבוקים. ובמאה הנוכחית יהיו הרבה מאוד מערכות שנשלח אליהן הרבה מאוד בקבוקים ובמהירויות הרבה יותר גבוהות".

## כמו Breakthrough Starshot?

"בדיוק. המטרה שלנו היא להאיץ מפרשיות שמש לחמישית ממהירות האור, כך שגיעו לאלפא קנטאורי תוך 20 שנה. והסיבה ברורה: אני בן 56, ויורי מילנר בן 56. במהירות

הזאת נספיק לראות את התמונות עוד בימי חיינו. כמובן, המפרשיות ימשיכו בדרכן הרבה אחרי שמילנר ואני לא נהיה כאן יותר, אולי אחרי שאף אחד מאיתנו לא יהיה כאן יותר. יכול מאוד להיות שהחלל מלא במפרשיות כאלה, ואנחנו פשוט לא רואים אותן. את אומואמואה ראינו רק כי זאת הפעם הראשונה שיש לנו טכנולוגיה רגישה מספיק לזהות עצמים בגודל של כמה עשרות עד מאות מטרים. בעוד שלוש שנים תושלם בנייתו של הטלסקופ LSST, שיהיה רגיש בהרבה מהטלסקופ Pan-STARRS, ומן הסתם נראה הרבה עצמים שמקורם מחוץ למערכת השמש. אז נדע אם אומואמואה הוא אנומליה או לא. החשיבות של המאמר שלי היא למשוך את תשומת הלב של האסטרונומים כדי שישתמשו בטלסקופים הכי טובים ויחפשו את העצם הבא, אפילו יתכננו פגישה איתו בחלל. בטכנולוגיה הקיימת אין לנו אפשרות לרדוף אחרי אומואמואה. המבקר בא לארוחת ערב, יצא לרחוב ונעלם בחשכה. ויכול להיות שלעולם לא נדע מה הוא חיפש".

## **אבל פרויקט Breakthrough Listen השתמש בטלסקופ רדיו והאזין לאומואמואה ברגישות מופלאה, עד כדי היכולת לקלוט שיחת טלפון רגילה מהעצם. אבל לא שמענו דבר.**

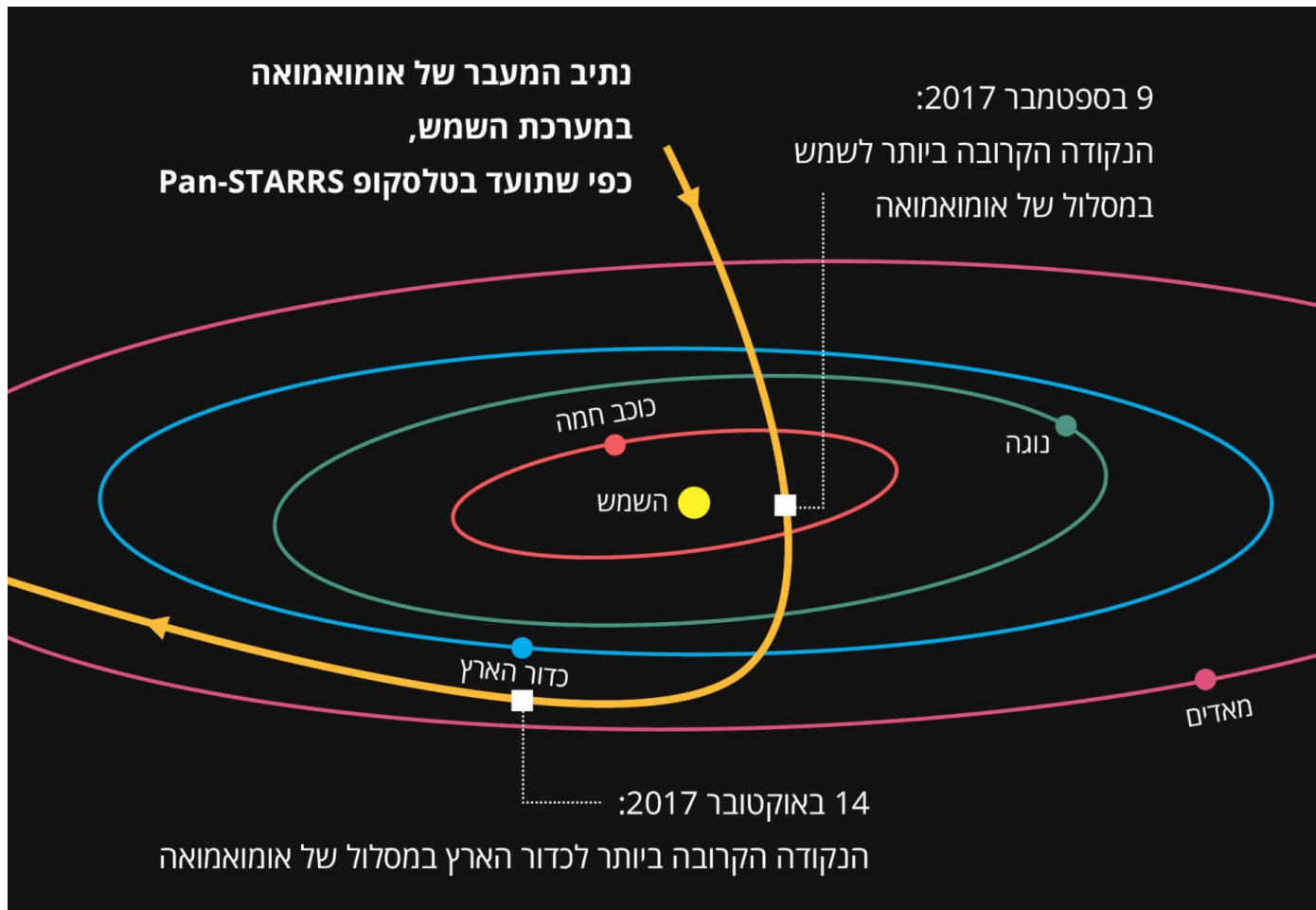
"כשהצעתי למילנר ש**נאזין לאומואמואה**, עוד בנובמבר 2017, ידענו שהסיכוי לקלוט משהו נמוך עד אפסי. כי אפילו אם יש אות שנשלח, הוא לאו דווקא יישלח בכיוון שלנו — הוא יהיה בתוך קרן. כלומר אפילו אם הסייר הזה שידר חזרה למפעיליו, אנחנו לא בהכרח נראה את זה. אנחנו גם לא יודעים באיזה תדר הוא משדר. וגם יכול להיות שהוא לא משדר כל הזמן, אלא בזמנים מיוחדים. וגם יכול להיות שאין לו כבר למי לשדר".

## **אז מדוע לא קיבלנו מהם אותות רדיו ישירים? אנחנו מאזינים כבר עשרות שנים למרחבי החלל ושומעים רק את הלימות הדם באוזנינו.**

"אם לשפוט על פי ההתנהגות שלנו, נראה לי שההסבר הסביר ביותר הוא שציוויליזציות מפותחות מפתחות את הטכנולוגיות שהורסות אותן. יש משך זמן שבו התרבות עדיין נזהרת, למשל, לא להיכנס למלחמה גרעינית. אבל תחשוב שאם הנאצים היו מפתחים נשק גרעיני, ייתכן שההיסטוריה האנושית היתה מובילה להשמדה המונית. ויש, כמובן, גם אסטרואידיים והתחממות גלובלית והמון סכנות אחרות. יכול להיות שחלון ההזדמנויות הטכנולוגי קטן מאוד. משגרים מפרשיות כאלה, אבל כבר אין להן למי לשדר חזרה".

**כלומר, על השאלה ששאל אנריקו פרמי — "איפה כולם?" — אתה משיב: "מתים".**

"בהחלט. רובם. הגישה שלנו צריכה להיות גישה ארכיאולוגית. כמו שאנו חופרים באדמה כדי לגלות תרבויות שאינן קיימות יותר, כך עלינו לחפור בחלל כדי לגלות תרבויות מתות מחוץ לכדור הארץ".



נתונים: נאס"א / אקונומיסט

## לא יותר פשוט — ולכן יותר מדעי — להניח שאנחנו לבד עד אשר יוכח אחרת?

"לא. מי שטוען שאנחנו יחידים ומיוחדים חוטא ביוהרה. הנחת המוצא שלי היא צניעות קוסמית. הודות לטלסקופ החלל קפלר, היום אנחנו יודעים שיש יותר כוכבי לכת כמו כדור הארץ מאשר גרגירי חול על פני כל החופים. אז אתה חושב על איזה מלך שהצליח להשתלט על חתיכת אדמה של מדינה אחרת בקרב נורא ואיום, והרגיש שהוא שליט גדול וכל יכול. ואפילו נדמיין שהוא הצליח להשתלט על כל האדמות, על כל העולם, הרי זה כמו נמלה שכרכה את מחושיה סביב גרגיר חול אחד בחוף ענק. אין לזה שום משמעות. אני מניח שאנחנו לא הנמלים היחידות בחוף, שאנחנו לא לבד".

**זו ספקולציה. אתה לא יודע את זה בוודאות.**

"החיפוש אחר חיים מחוץ לכדור הארץ הוא לא ספקולציה. הוא הרבה פחות ספקולטיבי מאשר השערת החומר האפל, חומר בלתי נראה שמהווה 85% מהחומר ביקום. השערת החומר האפל היא חלק מהזרם המרכזי באסטרופיזיקה — וזו ספקולציה. חיים ביקום זה לא ספקולציה, משתי סיבות: א. אנחנו קיימים בכדור הארץ, ו-ב. יש עוד המון מקומות עם תנאים פיזיקליים דומים לכדור הארץ. יש במדע דוגמאות רבות להשערות שעדיין לא אוששו על ידי תצפיות, כי המדע מתקדם על בסיס אנומליות, על בסיס תופעות שלא ניתן להסביר בהסברים קונבנציונליים".

**והנה, עובדה שיש הבדל תהומי בין החיפוש אחר חומר אפל לחיפוש אחר חיים מכדור הארץ. לא היו מראיינים אותך ל"Good Morning America" על מאמר בנושא חומר אפל.**

**"מי שטוען שאנחנו יחידים ומיוחדים חוטא ביוהרה. הנחת המוצא שלי היא צניעות קוסמית. אני מניח שאנחנו לא הנמלים היחידות בחוץ, שאנחנו לא לבד"**

"כי על מגע עם ציוויליזציות מתקדמות נכתבה ספרות מדע בדיוני ענפה, ועל **חומר אפל** לא. אז מה? רוב המדענים מדברים על חיפוש אחר חיים פרימיטיביים, אבל יש טאבו על חיפוש אחר חיים תבוניים. זה בכלל לא ברור לי. הרי במקום היחיד שבו יש חיים פרימיטיביים, כדור הארץ, יש גם חיים תבוניים — אם אמנם אנחנו תבוניים. המדע שלנו לא בריא. שאלתי מדען שחוקר עצמים בחגורת קויפר, אסטרונום בכיר שגילה חלק נכבד מהעצמים שם, אם הוא חיפש שינויים בבהירות שלהם שמקורה באור מלאכותי. הוא אמר: 'למה לחפש? אין מה לחפש, הרי ברור שהבהירות שלהם תשתנה כמו אור שמוחזר טבעית מהשמש'. אם אתה לא מוכן למצוא דברים יוצאי דופן, אתה גם לא תמצא אותם. כמובן שכל טענה צריכה להיות מבוססת על עדויות, אבל ברגע שהעדויות מצביעות על אנומליה, צריך לדבר על האנומליה. למי אכפת אם האנומליה הזאת הופיעה או לא הופיעה בספרי מדע בדיוני? אני בכלל לא אוהב מדע בדיוני".

**די, נו. אתה לא אוהב מדע בדיוני?**

"לא. ברגע שאני קורא סיפור שסותר את חוקי הטבע — זה מפריע לי. אני אוהב ספרות ואני אוהב מדע, אבל השילוב ביניהם מפריע לי".

## אז לא קראת כנער את "מפגש עם ראמה" של ארתור סי קלארק? כי זה מאוד מזכיר את המפגש עם אומאומאה.

"לא. מה שהעסיק אותי היה הבעיות הבסיסיות של החיים".

### מוצא החיים? תפוצתם ביקום?

"החיים ממש, החיים שלנו כבני אדם. הייתי קורא ספרי פילוסופיה, בעיקר את האקזיסטנציאליסטים. נולדתי במושב, וכל יום אחרי הצהריים הייתי אוסף ביצים ובסופי שבוע הייתי נוסע בטרקטור לגבעות, לקרוא שם. אהבתי את הטבע. אהבתי להתבודד. אני לא קיים ברשתות החברתיות. אני חושב על הרעיונות שלי כשאני לבד במקלחת. ובכלל לא חשבת על פרסום. כתבתי מאמר מדעי שפורסם בכתב עת מדעי. אפילו לא הוצאתי הודעה לתקשורת. שני בלוגרים מצאו את המאמר בארכיון — וזה הפך לווראלי".

### ואיך ההרגשה להיות מדען ויראלי? הכתבה על המאמר שלך היתה כתבת המדע הפופולרית ביותר בשנה החולפת.

"ניצלתי את החשיפה התקשורתית כדי להסביר את האיזודאות של התהליך המדעי. [התנועות הפופוליסטיות](#) בארה"ב ובאירופה נשענות בין היתר על כך שהציבור איבד אמון בתהליך המדעי. לכן אנשים מכחישים את [ההתחממות הגלובלית](#) למשל. אחת המראיינות שלי בגרמניה אמרה: 'יש מדענים הטוענים שזו טעות לצאת לקהל הרחב כשאתה עדיין לא בטוח'. אותם מדענים חושבים שאם נחשוף מצבים של איזודאות, לא יאמינו לנו כשנדבר על שינויי אקלים. אבל חוסר האמינות נובע בדיוק מכך שאנו מראים לציבור רק את התוצר הסופי. אם קבוצת מדענים מסתגרת בחדר, ואז יוצאת להרצות על התוצאה כמו לסטודנטים, אנשים לא יאמינו להם — כי הם לא ראו את ההתלבטויות, הם לא ראו שבשלבם המוקדמים לא היו מספיק נתונים. הדרך הנכונה היא לשכנע את הציבור שהתהליך המדעי הוא תהליך רגיל, אנושי, שאינו שונה ממה שעושה בלש במשטרה או שרברב שבא לתקן את הצנרת. מדענים נחשבים לאליטה כי הם עצמם יוצרים את מגדל השן הזה באופן מלאכותי. הם אומרים: 'הציבור לא מבין, לכן לא צריך לשתף אותו. אנחנו נחליט בינינו לבין עצמנו מה נכון, ואז נצא ונגיד לפוליטיקאים מה צריך לעשות'. אבל אז הפוליטיקאי הפופוליסט אומר: 'רק האליטה אומרת את זה, הם מסתירים מאיתנו דברים אחרים'. כי יש את הקפיצה לשלב המסקנות והמדיניות. חילוקי הדעות בקהילה המדעית הם אלה שמקנים אנושיות לתהליך המדעי, והאנושיות היא שמקנה אמינות".

## ואם אכן נגלה שאנחנו לא לבד ביקום? מה תהיה השפעת התגלית על החיים שלנו?

"השפעה עצומה. סביר להניח שהם יהיו מתקדמים מאיתנו, כי הטכנולוגיה שלנו התפתחה רק לאחרונה. נוכל ללמוד מהם הרבה מאוד — על טכנולוגיות שפותחו על פני מיליוני ומיליארדי שנים. ויכול להיות שזו הסיבה שבגללה עוד לא זיהינו חיים תבוניים מחוץ לכדור הארץ, כי אנחנו עדיין חיים פרימיטיביים שלא יודעים לקרוא את הסימנים. ברגע שנצא ממערכת השמש, אני מאמין שנראה הרבה מאוד תנועה. יכול להיות שנקבל מסר שאומר: 'ברוכים הבאים למועדון הבינכוכבי'. או שנגלה הרבה ציוויליזציות מתות, כלומר נמצא רק שרידים שלהן".

### ואלה יהיו חדשות טובות? כי אם יש הרבה ציוויליזציות מפותחות מאיתנו שחוסלו או חיסלו את עצמן, זה לא יהיה סימן טוב לעתיד.

"זה יהיה סימן מצוין. זה יגרום לנו למחשבה שנייה על מה שאנחנו עושים כאן ועכשיו, כדי שלא נחלוק את אותו הגורל. אנחנו צריכים להתנהל בצורה יותר הגונה ופחות לוחמנית זה עם זה, לשתף פעולה, למנוע שינויי אקלים ולהתיישב בחלל. זה אמור להוביל למקום טוב. השאלה הבסיסית היא אם אנשים הם טובים בבסיסם".

### ומה התשובה?

"אני מאמין שכן. ברגע שיתברר שבאמת יש הרבה ציוויליזציות שנכחדו, אני מאמין שאנשים יסיקו את הלקח הנכון. ואם נגלה שרידים של טכנולוגיות מתקדמות, הם יוכיחו לנו שאנחנו רק בתחילת הדרך. ושאם לא נמשיך בדרך הזאת, נפספס המון ממה שאפשר לראות ולחוות ביקום. תאר לך שהיו מביאים לאיש המערות את האייפון שאתה משתמש בו כדי להקליט אותי. מה הוא היה חושב על האבן המיוחדת הזאת? כעת תאר לך שאומאמואה הוא האייפון ואנחנו אנשי המערות. דמיין מדענים שנחשבים לנושאי חזון התבונה בקרב אנשי המערות מסתכלים על המכשיר ואומרים — לא, זה סתם אבן. אבן מיוחדת, אבל אבן. מה פתאום אתה מעז לטעון שלא מדובר באבן?"

---

## הרשמה לניוזלטר

מחפשים חומר קריאה משובח לסוף השבוע? הירשמו עכשיו

## הכתבות הנקראות באתר

### סקרי בחירות: העבודה מקבלת 7-8 מנדטים אחרי פירוק המחנה הציוני

הארץ | 35



### חשבתי שזו סדרה נהדרת, אבל אז היא יצאה משליטה

אריאנה מלמד | 5





# פרויקט מצלמות הגוף של המשטרה יוצא לדרך, אך עימותים רבים לא יתועדו

יהושע (ג'וש) בריינר | 11



# "לואי סי-קיי" ניסה לגרום לפיטוריי מסארדיי נייט לייב כי עישנתי ויד"

הארץ | 8



## תגובות

הוסיפו תגובה

מהאחרונה לראשונה

פתח את כל התגובות

- 32 הפרופסור מוצא מפרשים סולריים בכל מקום- שינוח מיכאל | 02:28

0 תגובות | 1 תגובה
- 31 ראיון מעולה! איתי | 02:13

0 תגובות | 1 תגובה
- 30 האלו מהרווארד טעו שמינו אותו לפרופסור פה בתגובות יש מלא מדענים בפוטנציה. קל ללמוד | 01:57

0 תגובות | 3 תגובות

מחפש את ה"לייק" (:

02:15 | אסף
- 29 לפני עשרים וחמש שנים טען קארל סיגן שהוא מצא חיים איטליגנטיים על פני כדור הארץ (ל"ת) השמים הכוכבים \_ והחוק המוסרי \_ | 00:29

0 תגובות | 2 תגובות

28 נאיביות לחשוב שאנו לבד ביקום

00:20 | חזון | אלקסלסי

1 ! 5

27 נמאס לפרופסור להיות אלמוני. (ל"ת)

23:53 | צ' | חיים

2 ! 2

26 כתבה אדירה. כל הכבוד למראיין ולמרואיין. (ל"ת)

23:45 | נדירה. | כתבה

1 ! 14

25 מרתק! הוא פורש את הנושא ומנגיש אותו בצורה מאד יפה ופשוטה, כל הכבוד. (ל"ת)

23:31 | כליל |

1 ! 11

24 ברור שאין תשובה ברורה - האופי האנושי נע על הציר בין תוקפן וסובלן כאשר היחס היציב הוא בערך 7/12 ל 5/12 - לא רק בין אנשים שונים אלא בממוצע בכל אדם. לפי הנסיבות אדם נוטה להיות סובלן/פייסן ("טוב") או תוקפן/שתלטן ("רע") - כאשר התוקפנות משתלמת היא מתגברת והתוצאה אוכלוסיה שתפגוש אוכלוסיה חלשה ממנה תנצל את עדיפותה כדי להרוויח ממנה (כמו הקולוניאליזם, מעצמות וכו') - בקיצור שום טוב לא צפוי ממפגש עם חייזרים. (ל"ת)

23:20 | רע או טוב | האדם

2 ! 3

23 פרימן דייסון אמר דברים דומים בסדרת הרצאות בטכניון לפני כמעט חמישים שנה

23:16 | ביקום | חיים עוד

0 ! 4

@כנראה יש עוד חיים ביקום האנושות מוקסמת מהרעיון שיש חיים תבוניים על פלנטות אחרות. האפשרות קיימת אך מה ההסתברות שלה ויותר מכך, מה ההסתברות שאות או חללית ממש מפלנטה שיש בה תנאי קיום המזכירים את כדור הארץ וגם יצורים תבוניים יגיעו לידיעתנו? לדעתי ההסתברות מאד נמוכה וחייבים לחפש הסברים הגיוניים יותר.

23:23 | בדיוני? | מדע או מדע

0 ! 0

22 גם בבנין שלי יש חייזרים

23:15 | דוד |

0 ! 6

@דוד

0 ! 0

00:27 | שלי | אתה לא מכיר את השכנה

21 הדעות והתובנות שלו מרתקות ומקוריות

20

ואני תומכת בתער של הנזיר האנגלי אוקאם (Occam's razor) לפיו יש להעדיף את ההסבר ההגיוני המתיישב עם חוקי הטבע המוכרים לנו ובלי להניח יותר מדי הנחות עבודה

6 i

אור לגויים | 22:13

אור לגויים מה לא הגיוני כאן

0 i

אמנון אשד | 00:26

נסה לחשוב על המשמעות ואיך אפשר שלא להיזכר בתאורית הפאנספרמיה לפיה קור החיים על כדור הארץ הוא בכלל בכוכבי לכת אחרים הרבה יותר ותיקים ממערכת השמש שלנו

0 i

עוד משהו | 23:13

אור לגויים צודקת ועוד איך; בקושי התחלנו (אנו, המין האנושי) לחקור אם יש סימנים לשרידי חיים או אפשרות לקיומם בעבר על מאדים, שהוא ממש next door, והפרופסור הנכבד קופץ כאן לא מעל הפופיק, אלא מעל גלקסיית אנדרומדה (בשביל הפרופורציה של מרחקים) ומריץ השערות על יישויות תבוניות מהמרחקים הפיזיים ומהעבר הרחוק מאד.

3 i

סמי מפ"ת | 23:10

אור לגויים מה לא הגיוני בהנחה שקימים יצורים תבוניים נוספים?

3 i

גלעד טירם | 23:03

שנות אור לגויים לא הבנתי כנראה אז אולי תסביר לי איך אסטרופיזיקאי (לא ביולוג) מדבר ברצינות על חללית שנשלחה לפני מיליוני שנים מפלנטה המרוחקת 26 שנות אור מאתנו

2 i

נסה לחשוב על המשמעות | 22:55

קראת את הכתבה ולא הבנת או שלא טרחת בכלל.

2 i

שנות אור לגויים | 22:46

19

מרתק! רק חבל שפרופ' לייב לא טרח לקרוא כמה ספרי מדע בדיוני, שלא רק שאינם מערבים פנטזיה ומציאות, אלא נכתבו בחלקם בידי מדענים בעלי שם, כמו אסימוב הכימאי או קלארק הפיזיקאי שהגה את לווין התקשורת. קצת צניעות לא תזיק, גם לפרופ' עטור תגליות ופרסים

6 i

זה נקרא ספרות ספקולטיבית | 22:11

מסכים בהחלט. הוא מבלבל מדע בדיוני ופנטזיה

0 i

הד"ר הטוב | 00:44

הם היו מדענים אבל השתמשו בחופש המשורר לתאר תנאים ואירועים שסותרים חוקים פיזיקליים בסיסיים ולכן קראו לסוג הסיפורת שלהם מדע בדיוני. הפרופסור אוהב מדע אמיתי ולא בדיוני. בהחלט זכותו.

עמוס | 00:37

0 0

@זה נקרא ספרות ספקולטיבית הדמיון בשרות המדע

אמנון אשד | 00:24

0 0

@ע סבא שלי אמר: קודם כל תדע. אחר כך תבחר. להתייחס בביטול ולפסוק דעה בלי לדעת את העובדות זו אינה זכות ואין צורך לכבד זאת. וזה אכן לא מדע, אלא כתיבה עלילתית שמתבססת על הנחות מדעיות ועל התקדמות טרם זמננו.

זכותו זכותי מה הקשר? | 00:15

0 0

@זה נקרא ספרות ספקולטיבית זכותו לא לאהוב ולא להתייחס לזה כאל מדע

ע | 22:56

0 0

---

18 כתבה הכי טובה של השנה עד כה. כן ירבו! וכן ירבו אנשים שהנחת המוצא שלהם היא צניעות קוסמית... (ל"ת)

וולטייר | 22:08

2 11

---

17 גם מדענים לפעמים מקשקשים בשביל תשומת לב (ל"ת)

נוה | 22:01

8 7

---

16 נהדר!! איזה כף לקרוא. (ל"ת)

תודה למדען המוכשר! | 21:59

1 9

---

15 Most important statement

Koosa | 21:53

0 7

---

14 למה לא שולחים גששושית למסלול שיפגוש את השביט/פנקייק הזה מתישהו להתרת הספקות? הרי גם אם לא מדובר בחללית, ללא ספק זהו גוף זר ומיוחד ששווה לחקור מאד לחקור. נאס"א תגיבו מיד בבקשה! (ל"ת)

מנימי | 21:53

2 0

@מנימי הוא ברח כבר מזמן וגם קודם נע מהר מכדי שנוכל להשיגו.

אסף | 22:12

0 3

@מנימי תקרא את הכתבה

דוד דר רחובות | 22:01

3 1

---

13 אויש זו אחת הכתבות הטובות ביותר שקראתי בהארץ, נמאס כבר מסיפורי גבאי (ל"ת)

גרנמל | 21:38

1 19



מערכת | הנהלה | אודות הארץ | דרושים | צור קשר | עשה מינוי | ביטול מינוי דיגיטלי | שאלות ותשובות | פרסם אצלנו



- [חיבור מינוי דיגיטלי](#)
- [עדכונים במייל](#)
- [קנה מינוי דיגיטלי](#)
- [קנה מינוי לעיתון](#)
- [פרסם אצלנו](#)
- [לפרסום בעיתון](#)
- [שירות למנויים](#)

### עכבר העיר

מה עושים היום?  
 הופעות בינלאומיות בישראל  
 מדור ילדים  
 אטרקציות לילדים  
 טיולים לשבת  
 מה עושים עם הילדים  
 בסופ"ש?  
 הופעות היום  
 מבשלים עם ילדים  
 הצגות לילדים  
 מופעי סטנדאפ  
 מתחמי ג'ימבורי ברחבי הארץ

### כלים שימושיים

המייל האדום  
 מדיניות פרטיות  
 חלון מבזקים  
 ארכיון הארץ  
 דיור הארץ  
 כל כותרות היום  
 צור קשר  
 מודעות אבל  
 תנאי שימוש  
 מינוי הארץ  
 מינוי לעיתון  
 מידע למנויים  
 כנסים  
 נגישות

### מדורים

חדשות  
 סרטים מומלצים  
 מזג אוויר  
 אוכל  
 מסעדות מומלצות  
 ספרים  
 סרטים  
 דעות  
 תרבות  
 ספורט  
 בחירות 2019  
 סקר בחירות  
**Haaretz.com**  
 Israel election 2019  
 Left splits  
 Trump - Netanyahu - 2019  
 Putin - Israel  
 Trump vs. Romney  
 Trump - Iran - Netanyahu  
 Middle East  
 Israel news

### שיתופי פעולה

פגסוס טיולים  
 בית אבי חי  
 גם לכיף יש גבול בחסות  
 מפעל הפיס  
 דיזנגוף סנטר  
 SUPERMARKER - צרכנות  
 פיננסית  
 אופנה  
 הריון ולידה

### TheMarker

שוק ההון  
 חדשות  
 גלובל  
 נדל"ן  
 TechNation  
 MarkerWeek  
 מגזין TheMarker  
 TheMarker Women

... י . . .

משפחה

כל העיר ירושלים

כלבו חיפה והצפון

כאן דרום אשדוד

צומת השרון כפר סבא

השקמה חולון

ערים רחובות

דין וחשבון

מדיה ופרסום

עסקים קטנים

צרכנות

קריירה

רכב

TheMarker TV

כנסים

Cafe

## Finance

ת"א 35

ת"א 125

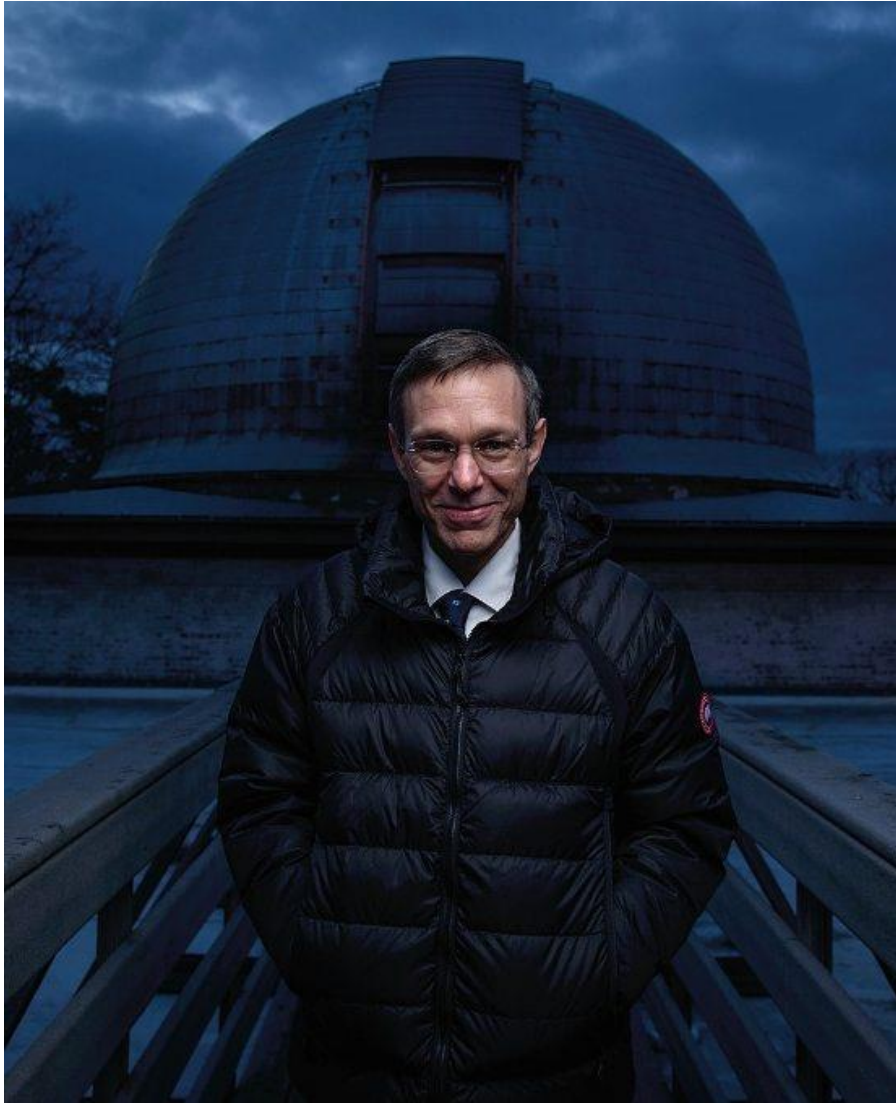
מניית טבע

מניית בזק

---

חדשות, ידיעות מהארץ והעולם - הידיעות והחדשות בעיתון הארץ. סקופים, מאמרים, פרשנויות ותחקירי עומק באתר האיכותי בישראל

© כל הזכויות שמורות להוצאת עיתון הארץ בע"מ



Shawn G. Henry

**English translation of article in Der Spiegel magazine (January 4, 2019)**

Johann Grolle

***If Extraterrestrials Are Peaceful, We Can Learn a Lot from Them***

*Are there technological civilizations on exoplanets? Had theirs space probes reached our vicinity long ago? When will they contact us? Astronomer Avi Loeb addresses these questions – and encourages researchers to talk more about them.*

SPIEGEL: Professor Loeb, do you have a favorite alien?

Loeb: To be honest, I don't like science fiction personally. I have problems when the action in a movie violates the laws of physics. In those cases I cannot enjoy the experience esthetically.

SPIEGEL: If you don't like aliens, why are you exploring the question of extraterrestrial intelligences?

Loeb: Because that's one of the really big questions. I was always interested, even as a young kid, in thinking about the big picture. And the most fundamental of all questions is: Are we alone?

SPIEGEL: Why do you consider this question so fundamental?

Loeb: If at some point we encounter other intelligent beings, it would radically change our perspective of our importance in the big scheme of things. In addition, extraterrestrial intelligences could enormously increase our knowledge. Learning from them would improve our understanding of the world. It could be a shortcut – just as if somebody from the Middle Ages would get a glimpse of our world in the 21st century.

SPIEGEL: Are the prospects of encountering aliens better today than they were in earlier times?

Loeb: We live in a special time. For one thing, we've only found out in the past few years how widespread life might be in our galaxy. The Kepler satellite has taught us that every fourth star has an earth-like planet with temperatures favorable for the emergence of life. And secondly, today we have the necessary technology to answer the question of whether we are alone.

SPIEGEL: If we assume that some extraterrestrial civilization was really discovered how significant would this be compared to other important discoveries in human history?

Loeb: I think it would be the biggest of them all. If you think about the history of humans, the perspective has changed as they evolved – from a single individual to a family, a tribe, a country, and finally we even found other continents with people living there. If we would now find other beings beyond planet Earth, this would be the biggest step ever.

SPIEGEL: How do you think it will happen? Will there be a moment when we receive some intelligent signal from space, and suddenly this world will be a different place?

Loeb: I can't tell you what this moment will look like. But it will be shocking. Because we are biased by our own experiences. We imagine other beings to be similar to us. But maybe they are radically different. For example, it is quite possible that we won't encounter the life forms themselves, but rather only their artifacts. In any case, we ourselves are not designed for interstellar journeys. The only reason astronauts survive in space is that they are under the protection of the Earth's magnetic field. Even when traveling to Mars, cosmic rays will become a major problem.

SPIEGEL: So, E.T. is just a robot sent out by extraterrestrials?

Loeb: Why not? Or the extraterrestrials could, instead of traveling themselves, send 3-D printers which then could print artifacts or even living organisms, using the material that they find on other celestial bodies.

SPIEGEL: Do you think that the big moment of first contact will happen in your lifetime?



Loeb: My guess is that we will first detect some technological debris rather than biological life itself.

SPIEGEL: How? Orphaned spaceships? Abandoned junk?

Loeb: Exactly. Most civilizations might be very short-lived. In other words: I'm afraid that they don't take good care of their home planet and that in the end they will destroy themselves – by nuclear wars, by interventions in the climate, by environmental destruction ...

SPIEGEL: So, astronomers would be like inner-galactic historians, reconstructing lost high-tech cultures from the ruins?

Loeb: That's why I call it "space archaeology".

SPIEGEL: In "Astrophysical Journal Letters" you recently put forward the hypothesis that the first extraterrestrials might even be here already ...

Loeb: Yes, on October 19, 2017, the PanSTARRS telescope in Hawaii detected an unusual object in the sky. It moved so fast that it must have originated from some place beyond our solar system. This makes it the first visitor from outer space that we know of. It was christened "Oumuamua".

SPIEGEL: Is it astonishing to find an asteroid wandering across the galaxy and finally finding its way to us?

Loeb: Quite astonishing, in fact. Ten years ago, before PanSTARRS began operating, I calculated together with two colleagues whether this instrument should find any objects from outer space. Assuming that such objects originate from solar systems similar to ours, we came to the conclusion that the probability is somewhere between 1:100 and 1: 100.000.000.

SPIEGEL: Oumuamua shouldn't exist at all?

Loeb: That's correct. Besides, it is quite a mysterious object in other respects, too. Its brightness changes dramatically, suggesting a very strange shape. A sphere would always reflect the same amount of sunlight. Only a disc or a cigar-shaped body would sometimes turn its edge and sometimes its broad side towards us, which would make it flicker while rotating.

SPIEGEL: But just being shaped in a strange way, doesn't make Oumuamua a spaceship yet ...

Loeb: I agree. But the more we found out about this object, the weirder it got. In June a paper was published in the journal "Nature" describing the orbit of Oumuamua. It differs significantly from an orbit shaped just by the gravitational field of the Sun.

SPIEGEL: What do you conclude from this?

Loeb: There was some additional force acting on Oumuamua. For example, if it is a comet, it could have emitted gases while flying past the Sun. This would provide a kickback like in a rocket. However, a considerable part of its mass would have evaporated – about ten percent.

SPIEGEL: Is that unusual for a comet?

Loeb: Not necessarily. But we should have seen these gases. Despite an intensive investigation, no cometary tail was discovered. And there is something else that is really strange: the rotation of Oumuamua should have changed during outgassing, but this effect was not observed either.

SPIEGEL: What's the meaning of this?

Loeb: I wondered whether there might be another force acting on Oumuamua. And the only one I can think of is the pressure of the Sunlight.

SPIEGEL: Is this a force sufficiently strong to have an observable effect on such a body?

Loeb: This is the critical point. The power of the solar radiation is relatively weak. It could only have a visible effect if Oumuamua is a very thin object.

SPIEGEL: What do you mean by "very thin"?

Loeb: Less than a millimeter thick.

SPIEGEL: Wow! That's not a disc any more. That's just a sheet. How could something like that have come about? It's difficult enough to imagine how a giant cigar could have formed – but a giant sheet of paper?

Loeb: I can't imagine that either. I would be grateful if someone came along to make a suggestion. But as long as there is no natural explanation, we are left with the possibility that it is an artificial product. A light sail made by intelligent beings.

SPIEGEL: This sounds like quite an outrageous suggestion. If the very first object from outer space turns out to be an artifact, such artifacts seem to be much more common out there than natural asteroids or comets. So, do you think that interstellar space is a gigantic junkyard littered with debris of alien civilizations?

Loeb: You are addressing an important point. We've worked it out: If Oumuamua is a randomly wandering object, every solar system would have to produce millions of billions of such objects – unless it's not random. It could be a targeted mission.

SPIEGEL: You mean to say: Oumuamua is an active space probe and it is spying on us?

Loeb: I'm just saying that this is a possibility. I follow a detective's strategy. And Sherlock Holmes said: "If you have ruled out the impossible, then what's left is the truth, however unlikely it may seem."

SPIEGEL: It's not exactly common for a respected scientist to put forward such suggestions. What were the reactions like?

Loeb: There was a huge response. Really unprecedented. I was about to go to Berlin for a conference. And there were four TV crews waiting in front of my office. One even came to my home before I boarded the taxi to the airport.

SPIEGEL: And how about your colleagues? What did they think about your hypothesis?

Loeb: Most of them agree that Oumuamua is very weird. But still, they hesitate to say: Maybe it is an artificial object.

SPIEGEL: Speculating about aliens is a pretty exotic idea. You might as well say: "there was magic involved, or some divine creator."

Loeb: Not at all. Thinking about distant civilizations is nothing speculative. We know that we exist. So at least one life form developed advanced technology. And we know that there are conditions similar to those on Earth in a quarter of all planetary systems around other stars. Then why shouldn't there be intelligent beings elsewhere? I follow what I call the principle of cosmic modesty. We humans tend to think of ourselves as something special. But history has shown time and time again that this is an illusion. We thought that Earth was at the center. But it revolves around the Sun, which revolves around the center of our galaxy, which is only one of billions of galaxies in the universe. The principle of modesty requires us to assume that neither are we something special from a biological point of view. And if there are other intelligent beings out there, chances are that they are technically much more advanced than we are.

SPIEGEL: Some people blamed you for just trying to attract attention with your hypothesis of spaceship `Oumuamua.

Loeb: That's nonsense. I didn't even issue a press release on our paper. If I had been interested in attracting attention I would have done so. But that's not what it was about. My only motivation is to think about the world. I don't care what people think.

SPIEGEL: According to a proverb, whoever has a hammer will see nails everywhere. Perhaps the only reason why you consider `Oumuamua to be a light sail is just because you are working on one yourself as part of the project "Breakthrough Starshot"?

Loeb: I don't deny that my imagination is limited by what I know. Certainly my ideas are influenced by what I'm working on. But this is true for everybody.

SPIEGEL: Please, tell us: What is it about the Starshot project?

Loeb: It all started when Yuri Milner, an entrepreneur from Silicon Valley, came to my office in May 2015 and asked me if I'm willing to lead a project whose goal would be to send a probe to the nearest star, the constraint being that it should arrive within our lifetime.

SPIEGEL: Sounds pretty weird. A rocket would take close to 100.000 years to reach our nearest neighbor Proxima Centauri ...

Loeb: I told Yuri I had to think about it. Proxima Centauri is four light years away from Earth. To get there in 20 years, a probe would have to travel at a fifth of the speed of light. After six months I had a clear idea of the concept.

SPIEGEL: How?

Loeb: One thing was clear: I had to rule out any kind of propulsion with the probe's fuel on board. Even with plutonium, the energy density is far too low to reach such speeds. That's why a light sail accelerated by a powerful laser from Earth seemed to be the only feasible way.

Together with Yuri and Stephen Hawking we presented the concept in New York: The idea is to

accelerate the probe with a 100 gigawatt laser beam for a few minutes. Once it is five times as far away as the moon, it will have reached a fifth of the speed of light.

SPIEGEL: Provided the probe is very small and light ...

Loeb: Yeah. We plan a payload of about one gram. The probe needs a camera and also a navigation and a communication device. The miniaturization of electronics allows us to accommodate all this.

SPIEGEL: You are envisaging an extremely powerful laser. Don't you think that your mini-probe will evaporate as soon as it is hit by the beam?

Loeb: To prevent this from happening, we need a material that almost completely reflects the incoming laser light. It must be a perfect mirror that absorbs less than one 100,000th part of the light. Such materials do exist.

SPIEGEL: Even a million kilometers from Earth you still want to accelerate your probe further. Is it possible at all to focus laser light with such precision?

Loeb: Yes, it is. Our concept is to install many small infrared lasers across an area of one square kilometer. This will allow us to focus the beam up to about five times the distance from the moon. This is an important limitation, by the way. If we could focus the beam to a greater distance, we could use less powerful lasers, because then we could accelerate the probe over a longer period of time.

SPIEGEL: Twenty years later, if the probe really reaches its destination, it has to take pictures and send them back to Earth. But the transmitter on board is unlikely to be more powerful than the one we use in our mobile phones. This will be quite a weak signal to transmit across a distance of four light years ...

Loeb: Traveling across such a distance the beam of the signal will spread out to more than the size of the Earth's orbit around the Sun. So the probe only has to target the Sun, and Earth will be within the signaling footprint. However, we will need a big receiver on Earth.

SPIEGEL: Let's assume that all this really works out well and you receive a photo of Proxima Centauri sometime in 2050 or so. Is such a picture worth \$10 billion, which is the currently projected cost of development?

Loeb: For one thing, it will be possible to send a lot of probes into space once the launch system is constructed, because the expensive part is the infrastructure of the laser beamer, the probes themselves will be rather cheap. Moreover, project Starshot is not about the photo itself. It's about demonstrating that we can leave the solar system. This will open the door to a completely new frontier of space exploration.

SPIEGEL: Could you also send such a probe after Oumuamua to find out whether it really has the shape of a sail?

Loeb: Yes, this is possible. Oumuamua is moving too fast for a chemical rocket, but with a laser driven light sail it would be possible to catch up with it even well below our speed goal, at a tenth of a percent of the speed of light.

SPIEGEL: But still, it is doubtful whether this will ever happen. Is there any other way to find out if there is any truth in your hypothesis about the spaceship Oumuamua?

Loeb: Absolutely. In a few years, the Large Synoptic Survey Telescope will go into operation, which is the successor to PanSTARRS. If objects like Oumuamua are randomly scattered in space this instrument should see thousands of them, and we would then be able to study them much more thoroughly. By the way, celestial bodies of distant origin are likely to already orbit within our solar system. The gravitational field of the Sun and Jupiter acts like a fishing net that can capture bodies arriving from outer space.

SPIEGEL: Can they be distinguished from the many homegrown asteroids within the solar system?

Loeb: Yes. Because they come to us from arbitrary directions, their orbit is likely to be inclined towards the plane of the planetary orbits. We have even identified some candidates.

SPIEGEL: And those you would now like to investigate more closely?

Loeb: Yes, I see this as a whole new way of studying distant planetary systems without the hassle of traveling to them. It's like a dinner party where some guest turns out to come from a distant country. Just by interviewing the guest, you can learn a lot about this country without the need to pay the airfare and go to that country. As to Oumuamua, we only became aware of it, when this guest had already left and disappeared through the dark street. As to the next visitor, we will study it earlier and more thoroughly.

SPIEGEL: To change perspective, for a moment: If there really is a highly advanced civilization somewhere out there, did they already get the news that there are some intelligent beings here on planet Earth?

Loeb: If this civilization is as technically advanced as we are, they should be able to detect our radio signals from a distance of tens of light years.

SPIEGEL: Would it be desirable to contact them?

Loeb: This depends on how optimistic you are regarding their intentions. If these beings are peaceful, we could learn a lot from them.

SPIEGEL: But they could also be an existential danger for humanity. The historical situation here on Earth which probably comes closest to the arrival of aliens, was the landing of Columbus in the Americas. For the peoples living there this turned out to be a catastrophe.

Loeb: I agree. Therefore, the best thing to do is to listen first. Once we detect a signal, we can figure out what to do.

SPIEGEL: Professor Loeb, thank you for this interview.

# »Wenn diese Wesen friedlich sind, könnten wir viel von ihnen lernen«

**SPIEGEL-Gespräch** Gibt es Hightech-Zivilisationen auf fremden Planeten? Haben uns ihre Raumsonden längst erreicht? Wann werden wir Kontakt mit ihnen aufnehmen? Mit diesen Fragen befasst sich der Astronom Avi Loeb – und fordert, dass Forscher mehr darüber reden.

*Loeb, 56, leitet das astronomische Institut der Harvard-Universität. Er hat mehr als 700 theoretische Arbeiten über astrophysikalische Phänomene veröffentlicht. Sein Interesse gilt unter anderem schwarzen Löchern und der Geburt der ersten Sterne. Zuletzt forschte Loeb intensiv über die Frage nach Leben und Intelligenz jenseits der Erde – ein Thema, über das er derzeit ein Lehrbuch schreibt.*

**SPIEGEL:** Herr Professor Loeb, haben Sie einen Lieblings-Alien?

**Loeb:** Um die Wahrheit zu sagen: Ich mag Science-Fiction nicht. Meist widerspricht die Handlung im Film den Gesetzen der Physik, und dann macht mir das Zugucken keinen Spaß mehr.

**SPIEGEL:** Wenn Sie keine Aliens mögen, warum erforschen Sie dann die Frage, ob es außerirdische Intelligenzen gibt?

**Loeb:** Das ist eine der ganz großen Fragen der Menschheit. Schon als Kind habe ich mich fürs Grundsätzliche interessiert. Und die grundsätzlichsen aller Fragen ist doch, ob wir allein sind im Universum.

**SPIEGEL:** Wieso halten Sie diese Frage für so fundamental?

**Loeb:** Falls wir irgendwann auf andere intelligente Wesen stoßen sollten, würde es das Bild unserer eigenen Bedeutung radikal umwälzen. Außerdem könnten außerirdische Intelligenzen unser Wissen unermesslich vermehren. Von ihnen zu lernen, könnte den Erkenntnisprozess enorm abkürzen – gerade so, als würde ein Mensch des Mittelalters in unsere Welt des 21. Jahrhunderts katapultiert werden.

**SPIEGEL:** Glauben Sie denn, dass die Aussichten, Außerirdischen zu begegnen, heute besser stehen als zu früheren Zeiten?

**Loeb:** Wir leben in einer besonderen Zeit. Zum einen haben wir erst in den letzten paar Jahren herausgefunden, wie verbreitet Le-



SHAWN G. HENRY / DER SPIEGEL

## Astrophysiker Loeb

»Unser Sonnensystem verlassen«

ben in der Milchstraße vermutlich ist. Die Mission des »Kepler«-Satelliten hat uns gelehrt, dass fast jeder vierte Stern von erdähnlichen Planeten umkreist wird, auf denen lebensfreundliche Temperaturen herrschen. Zum anderen haben wir heute die nötige Technologie, um die Frage, ob wir allein sind, durch Beobachtungen beantworten zu können.

**SPIEGEL:** Wie bedeutsam wäre die Entdeckung einer außerirdischen Zivilisation, verglichen mit anderen großen Entdeckungen?

**Loeb:** Es wäre die größte, die bedeutsamste aller Entdeckungen. Unser Horizont hat sich schrittweise vom Individuum zur Familie erweitert, dann zum Stamm, zum Land. Irgendwann fanden wir andere Kontinente, auf denen Menschen leben. Wenn wir nun auch jenseits der Erde auf andere Wesen stoßen sollten, wäre dies die ultimative Horizonterweiterung.

**SPIEGEL:** Wird es irgendwann einen Moment geben, in dem wir ein intelligentes Signal aus dem All auffangen, und plötzlich wird die Welt eine andere sein?

**Loeb:** Ich kann Ihnen nicht sagen, wie dieser Moment aussehen wird. Aber er wird schockierend sein. Denn wir sind befangen durch unsere eigenen Erfahrungen. Wir stellen uns Wesen vor, die ähnlich sind wie wir. Aber

vielleicht sind sie ja ganz anders. Es ist zum Beispiel gut möglich, dass wir gar nicht den Lebensformen selbst begegnen, sondern nur ihren Artefakten. Zumindest irdisches Leben ist nicht gemacht für interstellare Reisen. Dass sich Astronauten länger in der Internationalen Raumstation aufhalten können, liegt nur daran, dass sie durch das Magnetfeld der Erde geschützt sind. Schon auf der Reise zum Mars wird die kosmische Strahlung zu einem erheblichen Problem werden.

**SPIEGEL:** Das heißt, E. T. ist nur ein Roboter, den die Außerirdischen als Sendboten ausgeschickt haben?

**Loeb:** Warum nicht? Oder die Extraterrestrier könnten, statt sich selbst auf die Reise zu begeben, 3-D-Drucker verschicken, die dann mithilfe des Materials, das sie auf anderen Himmelskörpern vorfinden, lebendige Organismen ausdrucken.

**SPIEGEL:** Denken Sie, dass Sie die erste Begegnung mit diesen gedruckten Fremdlingen noch erleben werden?

**Loeb:** Mein Tipp ist, dass wir gar nicht auf eine intakte Zivilisation treffen, sondern nur auf deren Überreste.

**SPIEGEL:** Wie? Also verwaiste Raumschiffe? Herrenloser Weltraumschrott?

**Loeb:** Sie sagen es. Ich fürchte, dass Zivilisationen meist sehr kurzlebig sind. Mit anderen Worten: dass sie mit ihrem Heimatplaneten nicht sehr pfleglich umgehen und sich am Ende selbst zerstören – durch Atomkriege, durch Eingriffe ins Klima, durch Umweltzerstörung.

**SPIEGEL:** Und den Astronomen kommt dann die Rolle innergalaktischer Altertumskundler zu, die aus den Ruinen untergegangener Hightech-Kulturen rekonstruieren?

**Loeb:** Ganz genau. Ich spreche deshalb von »Weltraumarchäologie«.

**SPIEGEL:** In den »Astrophysical Journal Letters« haben Sie kürzlich die Hypothese formuliert, dass die ersten Außerirdischen vielleicht sogar schon da seien. Im Ernst?

**Loeb:** Ja, am 19. Oktober 2017 registrierte das »Pan-Starrs«-Teleskop in Hawaii ein un-

Das Gespräch führte der Redakteur Johann Grolle in Loeb's Büro an der Harvard-Universität in Cambridge.

# Das Rätsel um 'Oumuamua

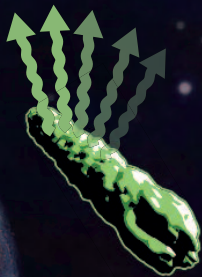
Bekam das Sonnensystem vor einem Jahr Besuch von einer Sonde, die von einer außerirdischen Zivilisation entsandt wurde? Der Astronom Avi Loeb hält das für möglich.

## 1 Der Eindringling

Am 19. Oktober 2017 entdeckte das »Pan-Starrs«-Teleskop in Hawaii einen eigenartigen Himmelskörper. Er bewegte sich so schnell, dass er kein Teil unseres Sonnensystems sein konnte. Es musste sich bei 'Oumuamua (hawaiisch: »Erster Bote aus der Ferne«) um ein fremdes Objekt handeln.

## 4 Rätselhafte Bahn

'Oumuamua zeigt eine Bahnabweichung, wie sie von Kometen bekannt ist, aus denen Gase austreten. Doch konnte weder ein Kometenschweif beobachtet werden, noch änderte sich die Rotation des Objekts, wie es bei Masseverlust durch Ausgasung zu erwarten wäre.



## 3 Blinkzeichen

Die Helligkeit von 'Oumuamua schwankt: Offenbar rotiert das Objekt und reflektiert dabei aufgrund seiner besonderen Gestalt unterschiedlich viel Sonnenlicht. Der Effekt ist so ausgeprägt, dass 'Oumuamua eine bizarre, lang gestreckte Form besitzen müsste – wie sie bei Himmelskörpern des Sonnensystems nicht vorkommt.



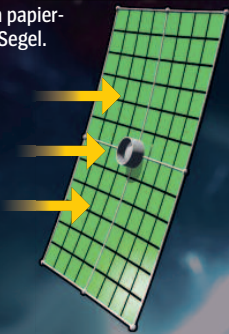
## 2 Seltsamer Zufall

Vergleichsweise selten verirren sich Asteroiden aus fernen Sternensystemen in unser Sonnensystem. Loeb zufolge liegt die Wahrscheinlichkeit, mit »Pan-Starrs« einen solchen Irrläufer zu sichten, irgendwo zwischen 1:100 und 1:100 000 000.



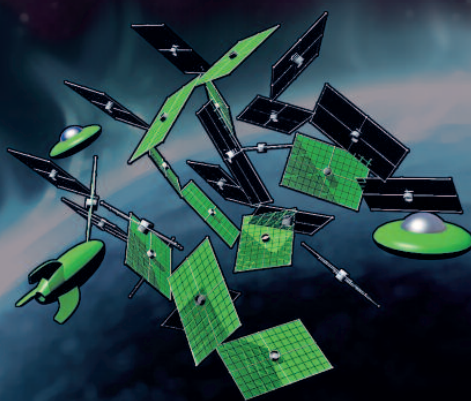
## 5 Sonnenkraft

Es bleibt für Avi Loeb nur die Annahme, dass der Strahlungsdruck der Sonne auf 'Oumuamua eingewirkt hat. Diese Kraft ist aber so schwach, dass sie nur Körper mit großer Oberfläche und winziger Masse beeinflussen könnte – etwa ein papierdünnes Segel.



## 6 Weltraummüll

Sollte ein solches künstlich hergestelltes Lichtsegel unser Sonnensystem zufällig erreicht haben, müsste man annehmen, dass es im Weltraum von solchen Artefakten nur so wimmelt. Das mutet unwahrscheinlich an.



## 7 Alienmission

Loeb mutmaßt deshalb, dass eine außerirdische Zivilisation 'Oumuamua gezielt als Erkundungssonde in unser Sonnensystem geschickt hat.



DER SPIEGEL

## Wissenschaft

gewöhnliches Objekt am Himmel. Es bewegte sich so schnell, dass es von einem Ort jenseits unseres Sonnensystems stammen muss. Es ist damit der erste Besucher aus dem All, von dem wir Kenntnis haben. Es wurde auf den Namen 'Oumuamua getauft.

**SPIEGEL:** Wäre es denn erstaunlich, wenn sich ein durch die Galaxis fliegender Asteroid hier zu uns verirrt hätte?

**Loeb:** Allerdings. Vor zehn Jahren, ehe das »Pan-Starrs«-Teleskop in Betrieb ging, habe ich zusammen mit zwei Mitarbeitern berechnet, ob sich mit diesem Instrument Objekte aus anderen Sonnensystemen aufspüren lassen. Unter der Annahme, dass solche Objekte aus Sonnensystemen stammen, die dem unseren ähneln, kamen wir zu dem Schluss, dass die Wahrscheinlichkeit dafür irgendwo zwischen 1:100 und 1:100 000 000 liegt.

**SPIEGEL:** Das heißt, 'Oumuamua dürfte es eigentlich gar nicht geben?

**Loeb:** Ja. Außerdem handelt es sich auch in anderer Hinsicht um ein rätselhaftes Objekt. Seine Helligkeit schwankt drastisch, was auf eine eigenartige Gestalt schließen lässt. Eine Kugel würde immer gleich viel Sonnenlicht zurückwerfen, nur ein zigarren- oder scheibenförmiger Körper wendet uns beim Trudeln mal die Kante, mal die Breitseite zu und flackert dabei.

**SPIEGEL:** Aber nur weil es komisch geformt ist, muss es ja noch kein Raumschiff sein.

**Loeb:** Das nicht. Aber je mehr wir herausfanden, desto seltsamer wurde es. Vorigen Sommer kam eine Arbeit in der Zeitschrift »Nature« heraus, in der beschrieben wird, dass die Bahn von 'Oumuamua von derjenigen abweicht, die es eigentlich im Schwerefeld der Sonne beschreiben müsste.

**SPIEGEL:** Was bedeutet das?

**Loeb:** Es muss eine zusätzliche Kraft auf 'Oumuamua eingewirkt haben. Wenn es sich zum Beispiel um einen Kometen handelt, dann könnte er beim Vorbeiflug an der Sonne Gase ausgestoßen haben, die ihm einen Rückstoß geben wie bei einer Rakete. Allerdings müsste dabei ein beträchtlicher Teil seiner Masse verdampft sein – ungefähr zehn Prozent.

**SPIEGEL:** Ist das ungewöhnlich für einen Kometen?

**Loeb:** Nicht unbedingt. Aber wir hätten diese Gase sehen müssen. Trotz intensiver Suche wurde kein Kometenschweif gefunden. Und noch etwas ist sonderbar: Beim Ausgasen hätte sich die Rotation von 'Oumuamua verändern müssen, aber auch dieser Effekt wurde nicht beobachtet.

**SPIEGEL:** Was folgt daraus?

**Loeb:** Ich habe mich gefragt, ob es vielleicht eine andere Kraft sein könnte, die auf 'Oumuamua eingewirkt hat. Und die einzige, die mir einfällt, ist der Druck des Sonnenlichts.

**SPIEGEL:** Ist diese Kraft stark genug, um einen solchen Brocken merklich zu bewegen?

**Loeb:** Genau das ist der Punkt. Die Kraft der Sonnenstrahlung ist verhältnismäßig schwach. Einen sichtbaren Effekt könnte sie nur dann ausüben, wenn es sich bei 'Oumuamua um ein sehr dünnes Objekt handelte.

**SPIEGEL:** Was heißt »sehr dünn«?

**Loeb:** Weniger als einen Millimeter dick.

**SPIEGEL:** Das ist ja nicht mehr als eine Folie! Wie soll denn so etwas entstanden sein? Es ist ja schon schwierig genug, sich vorzustellen, woher eine riesige Zigarre kommen sollte – aber ein Blatt Papier?

**Loeb:** Eben. Auch ich kann mir das nicht vorstellen. Ich wäre dankbar dafür, wenn jemand einen guten Vorschlag macht. Aber solange es keine natürliche Erklärung gibt, bleibt nur die Möglichkeit, dass es sich um ein Kunstprodukt handelt. Um ein Sonnensegel, das von intelligenten Wesen hergestellt wurde.

**SPIEGEL:** Was Sie da sagen, klingt ziemlich ungeheuerlich. Denn wenn sich das allererste sonnensystemfremde Objekt, das wir untersuchen, als Artefakt erweist, dann hieße das doch, dass solche Kunstprodukte

»Falls wir Signale auffangen, können wir immer noch überlegen, ob wir eine Antwort losschicken.«

viel zahlreicher durchs All fliegen als natürliche Asteroiden oder Kometen. Ist der interstellare Raum also ein gigantischer Schrottplatz, übersät mit zivilisatorischem Müll?

**Loeb:** Sie sprechen da einen wichtigen Punkt an. Astronomen haben es ausgerechnet: Falls es sich bei 'Oumuamua um ein zufällig umherschwebendes Objekt handelt, dann müsste jedes Sonnensystem Millionen Milliarden solcher Objekte produzieren – es sei denn, es handelt sich gar nicht um ein ungezielt umherirrendes Objekt, sondern um eine gezielte Mission.

**SPIEGEL:** Sie wollen sagen: 'Oumuamua ist eine aktive Weltraumsonde, und sie spioniert uns aus?

**Loeb:** Ich sage nur, dass dies möglich ist. Ich gehe vor nach der Methode eines Detektivs. Und Sherlock Holmes hat gesagt: »Wenn du das Unmögliche ausgeschlossen hast, dann ist das, was übrig bleibt, die Wahrheit, wie unwahrscheinlich sie auch erscheinen mag.«

**SPIEGEL:** Es ist nicht gerade alltäglich, dass ein angesehener Wissenschaftler solche Thesen aufstellt. Wie waren denn die Reaktionen Ihrer Kollegen?

**Loeb:** Die meisten sind sich mit mir einig, dass 'Oumuamua uns sehr viele Rätsel auf-

gibt. Trotzdem scheuen sie sich zu sagen: Vielleicht ist es ein künstliches Objekt.

**SPIEGEL:** Über Außerirdische zu spekulieren ist ja auch eine ziemlich exotische Idee. Genauso gut könnten Sie behaupten: Da war Magie oder ein göttlicher Schöpfer im Spiel.

**Loeb:** Aber über ferne Zivilisationen nachzudenken ist doch gar nichts Spekulatives. Wir wissen, dass wir selbst existieren. Zumindest eine Lebensform mit fortgeschrittener Technik hat sich also entwickelt. Und wir wissen, dass es Bedingungen, die denjenigen auf der Erde ähneln, in einem Viertel aller Planetensysteme in der Galaxis gibt. Warum soll es dann nicht auch anderswo intelligente Wesen geben? Ich folge dem, was ich das Prinzip der kosmischen Bescheidenheit nenne. Wir Menschen neigen dazu, uns für etwas Besonderes zu halten. Aber die Geschichte hat ein ums andere Mal gezeigt, dass das eine Illusion ist. Wir dachten, dass die Erde im Zentrum liege. Aber sie dreht sich um die Sonne, und diese wiederum kreist um das Zentrum der Galaxis, die wiederum nur eine von sehr vielen Galaxien im Universum ist. Das Prinzip der Bescheidenheit gebietet es anzunehmen, dass wir auch biologisch betrachtet nichts Besonderes sind. Und falls es irgendwo da draußen noch andere intelligente Wesen gibt, dann kann es gut sein, dass sie technisch viel fortschrittlicher sind als wir.

**SPIEGEL:** Man hat Ihnen vorgeworfen, dass es Ihnen mit Ihrer Hypothese vom Raumschiff 'Oumuamua nur darum geht, Aufmerksamkeit zu bekommen.

**Loeb:** Das ist Unfug. Ich habe ja nicht einmal eine Pressemitteilung zu unserem Artikel herausgegeben. Wenn es mir um Wirkung gegangen wäre, hätte ich das getan. Aber darum ging es mir nicht. Meine Motivation ist einzig und allein, über die Welt nachzudenken. Was die Leute meinen, schert mich nicht.

**SPIEGEL:** Dem Sprichwort zufolge sieht, wer einen Hammer hat, überall Nägel. Vielleicht sehen Sie in 'Oumuamua nur deshalb ein Sonnensegel, weil Sie im Rahmen des Projekts »Breakthrough Starshot« selbst an einem solchen arbeiten?

**Loeb:** Ich bestreite nicht: Meine Vorstellungskraft ist beschränkt durch das, was ich kenne. Sicher ist meine Fantasie beeinflusst von dem, woran ich arbeite. Aber das gilt für alle Menschen.

**SPIEGEL:** Erzählen Sie – was hat es auf sich mit dem Projekt »Starshot«?

**Loeb:** Alles fing damit an, dass der Milliardär Jurij Milner im Mai 2015 zu mir kam und mich fragte, ob ich mir vorstellen könnte, eine Sonde zu einem der erdnächsten Sterne zu schicken. Die Bedingung sollte sein, dass sie ihr Ziel noch zu unseren Lebzeiten erreicht.

**SPIEGEL:** Klingt ziemlich irrwitzig. Eine Rakete würde Zehntausende Jahre brau-



chen, um unseren nächsten Nachbarn Proxima Centauri zu erreichen ...

**Loeb:** Ich habe Jurij gesagt, dass ich darüber nachdenken muss. Proxima Centauri ist vier Lichtjahre von der Erde entfernt. Um in 20 Jahren dort anzukommen, müsste eine Sonde sich also mit einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit bewegen. Nach sechs Monaten hatte ich ein Konzept dafür.

**SPIEGEL:** Nämlich wie?

**Loeb:** Klar war, dass jede Art von Antrieb ausscheidet, bei dem die Sonde ihren Treibstoff an Bord hat. Selbst bei Plutonium ist die Energiedichte viel zu gering, um solche Geschwindigkeiten zu erreichen. Deshalb schien mir ein Lichtsegel, das von der Erde aus mit Laserlicht beschleunigt wird, der einzige Weg. Die Idee besteht darin, die Sonde mit einem Hundert-Gigawatt-Laserstrahl einige Minuten lang zu beschleunigen. Wenn sie fünfmal so weit entfernt ist wie der Mond, dann hätte sie ein Fünftel der Lichtgeschwindigkeit erreicht.

**SPIEGEL:** Vorausgesetzt, diese Sonde ist sehr klein und leicht.

**Loeb:** Ja. Wir sehen eine Nutzlast von etwa einem Gramm vor. Die Sonde braucht eine Kamera und außerdem Navigations- und Kommunikationsgerät. Die Miniaturisierung der Elektronik erlaubt es, all das unterzubringen.

**SPIEGEL:** Sie sprechen da von einem ungeheuerlich intensiven Laserstrahl. Verdampft Ihre Minisonde da nicht, sobald der Strahl sie trifft?

**Loeb:** Damit das nicht passiert, benötigen wir ein Material, das das eintreffende Laserlicht fast vollständig zurückwirft. Es muss sich also um einen perfekten Spiegel handeln, der höchstens ein Hunderttausendstel des Lichts absorbiert. Solche Materialien existieren.

**SPIEGEL:** Sogar wenn die Sonde schon mehr als eine Million Kilometer von der Erde entfernt ist, wollen Sie sie mit Ihrem Laser noch weiter beschleunigen. Können Sie Laserlicht so präzise fokussieren?

**Loeb:** Unser Konzept sieht die Installation vieler Infrarotlaser in einem Areal von einem Kilometer Durchmesser vor. Damit können wir den Strahl bis etwa zur fünffachen Mondentfernung fokussieren. Könnten wir ihn bis in noch größere Entfernung bündeln, würde ein weniger leistungsstarker Laser ausreichen, denn dann könnten wir die Sonde über einen längeren Zeitraum beschleunigen.

**SPIEGEL:** 20 Jahre später, wenn die Sonde ihr Ziel wirklich erreicht, muss sie Fotos machen und zur Erde senden. Der Sender an Bord dürfte aber kaum intensiver sein als der eines Mobiltelefons. Wie soll das gehen?

**Loeb:** Das Foto wird vier Jahre brauchen, um zur Erde zu gelangen. Bis dahin ist das

Funksignal bis auf mehr als die Größe der Erdbahn aufgefächert. Die Sonde muss also nur auf die Sonne zielen, und die Erde wird innerhalb des Empfangskegels liegen. Allerdings brauchen wir auf der Erde einen großen Empfänger.

**SPIEGEL:** Nehmen wir mal an, all das klappt wirklich, und Sie empfangen irgendwann im Jahr 2050 ein Foto von Proxima Centauri. Ist ein solches Foto zehn Milliarden Dollar Entwicklungskosten wert?

**Loeb:** Zum einen wird es möglich sein, sehr viele Sonden ins All zu schicken, wenn das System erst einmal installiert ist. Denn das Teure ist die Infrastruktur, die Sonden selbst werden vergleichsweise billig sein. Außerdem geht es bei diesem Projekt nicht um das Foto selbst. Es geht darum nachzuweisen, dass wir unser Sonnensystem verlassen können. Das öffnet die Tür zu einer ganz neuen Form der Weltraumerkundung.



ESO / M. KORNMESSER

#### Himmelsobjekt 'Oumuamua (Computergrafik)

»Ein Sonnensegel, von intelligenten Wesen hergestellt«

**SPIEGEL:** Könnte man denn eine solche Sonde auch hinter 'Oumuamua herschicken, um noch einmal nachzugucken, ob es wirklich die Form eines Segels hat?

**Loeb:** Ja. 'Oumuamua ist zu schnell, als dass wir es mit Raketen noch einholen könnten, aber mit einem lasergetriebenen Lichtsegel schon – selbst wenn wir damit nur ein Tausendstel der Lichtgeschwindigkeit erreichen.

**SPIEGEL:** Das ist aber ein gewagter Plan. Gibt es noch andere Möglichkeiten herauszufinden, ob an Ihrer Hypothese vom Raumschiff 'Oumuamua etwas dran ist?

**Loeb:** Durchaus. In wenigen Jahren nimmt das »Large Synoptic Survey Telescope« seinen Betrieb auf, der Nachfolger von »Pan-Stars«. Falls Objekte wie 'Oumuamua gleichmäßig im interstellaren Raum verstreut sind, müsste dieses Teleskop Tausende von ihnen sehen, die wir dann sehr viel genauer untersuchen können. Außerdem dürften Himmelskörper fernen Ursprungs auch innerhalb unseres Sonnensystems umherkreisen. Denn das Schwerkraftfeld von Sonne und Jupiter wirkt wie ein

Fischernetz, das von der Ferne eindringende Körper einzufangen vermag.

**SPIEGEL:** Kann man die denn dann von den vielen heimischen Asteroiden des Sonnensystems unterscheiden?

**Loeb:** Ja. Weil sie aus irgendwelchen beliebigen Richtungen zu uns kommen, ist ihre Bahn häufig gegenüber der Ebene der Planetenbahnen geneigt. Wir haben sogar schon einige Kandidaten identifiziert.

**SPIEGEL:** Und zu denen würden Sie nun am liebsten Raumsonden schicken?

**Loeb:** Ja, ich sehe darin eine ganz neue Art, ferne Planetensysteme untersuchen zu können, ohne die Beschwerne einer Reise zu ihnen auf uns nehmen zu müssen. Es ist wie bei einer Dinnerparty, bei der sich herausstellt, dass einige Gäste aus einem fernen Land kommen. Wenn Sie sich mit denen unterhalten, können Sie viel über dieses Land lernen, ohne es bereisen zu müssen. Bei 'Oumuamua haben wir es

erst gemerkt, als dieser Gast bereits im Mantel in der Tür stand. Den nächsten Besucher werden wir früher und sorgfältiger untersuchen.

**SPIEGEL:** Wie sieht es denn umgekehrt aus? Wenn irgendwo da draußen wirklich eine hoch entwickelte Zivilisation existieren sollte, ist dann die Nachricht, dass es hier auf der Erde uns Menschen gibt, bereits zu ihnen gedrungen?

**Loeb:** Falls diese Zivilisation technisch so weit entwickelt ist wie wir, dann müssten sie unsere Radiosignale aus einer Entfernung von mehreren Dutzend Lichtjahren auffangen können.

**SPIEGEL:** Wäre es wünschenswert, Kontakt mit ihnen aufzunehmen?

**Loeb:** Das hängt davon ab, wie optimistisch Sie hinsichtlich der Absichten einer solchen Zivilisation sind. Wenn diese Wesen friedlich sind, könnten wir sehr viel von ihnen lernen.

**SPIEGEL:** Die historische Situation hier auf Erden, die einer Ankunft von Aliens wohl am nächsten kommt, war die Landung von Kolumbus in Amerika. Für die dort lebenden Völker war das eine Katastrophe – was nicht unbedingt hoffnungsfroh stimmt.

**Loeb:** Da gebe ich Ihnen recht. Deshalb wird es weise sein, erst einmal nur zu horten. Falls wir Signale auffangen, können wir immer noch überlegen, ob wir eine Antwort losschicken.

**SPIEGEL:** Herr Professor Loeb, wir danken Ihnen für dieses Gespräch.

Video

#### Die Suche nach der zweiten Erde

spiegel.de/sp022019exoplaneten  
oder in der App DER SPIEGEL



# Das Rätsel um 'Oumuamua

Bekam das Sonnensystem vor einem Jahr Besuch von einer Sonde, die von einer außerirdischen Zivilisation entsandt wurde? Der Astronom Avi Loeb hält das für möglich.



## 1 Der Eindringling

Am 19. Oktober 2017 entdeckte das »Pan-Starrs«-Teleskop in Hawaii einen eigenartigen Himmelskörper. Er bewegte sich so schnell, dass er kein Teil unseres Sonnensystems sein konnte. Es musste sich bei 'Oumuamua (hawaiisch: »Erster Bote aus der Ferne«) um ein fremdes Objekt handeln.

## 4 Rätselhafte Bahn

'Oumuamua zeigt eine Bahnabweichung, wie sie von Kometen bekannt ist, aus denen Gase austreten. Doch konnte weder ein Kometenschweif beobachtet werden, noch änderte sich die Rotation des Objekts, wie es bei Masseverlust durch Ausgasung zu erwarten wäre.



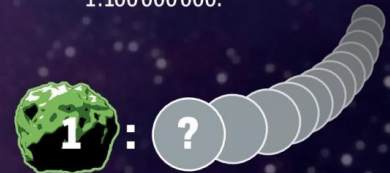
## 3 Blinkzeichen

Die Helligkeit von 'Oumuamua schwankt: Offenbar rotiert das Objekt und reflektiert dabei aufgrund seiner besonderen Gestalt unterschiedlich viel Sonnenlicht. Der Effekt ist so ausgeprägt, dass 'Oumuamua eine bizarre, lang gestreckte Form besitzen müsste – wie sie bei Himmelskörpern des Sonnensystems nicht vorkommt.



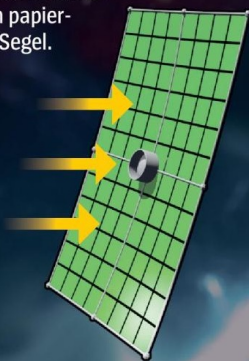
## 2 Seltsamer Zufall

Vergleichsweise selten verirren sich Asteroiden aus fernen Sternensystemen in unser Sonnensystem. Loeb zufolge liegt die Wahrscheinlichkeit, mit »Pan-Starrs« einen solchen Irrläufer zu sichten, irgendwo zwischen 1:100 und 1:100 000 000.



## 5 Sonnenkraft

Es bleibt für Avi Loeb nur die Annahme, dass der Strahlungsdruck der Sonne auf 'Oumuamua eingewirkt hat. Diese Kraft ist aber so schwach, dass sie nur Körper mit großer Oberfläche und winziger Masse beeinflussen könnte – etwa ein papierdünnes Segel.



## 6 Weltraummüll

Sollte ein solches künstlich hergestelltes Lichtsegel unser Sonnensystem zufällig erreicht haben, müsste man annehmen, dass es im Weltraum von solchen Artefakten nur so wimmelt. Das mutet unwahrscheinlich an.



## 7 Alienmission

Loeb mutmaßt deshalb, dass eine außerirdische Zivilisation 'Oumuamua gezielt als Erkundungssonde in unser Sonnensystem geschickt hat.



DER SPIEGEL