

## **Sachthemen der UeNa-Monatsbeiträge im Jahre 2019**

### **(116) Januar 2019 (Raumsonde OSIRIS-REx)**

Am 8. September 2016 startete die NASA von Cape Canaveral mit einer Atlas-V-Rakete die Raumsonde OSIRIS-REx. Ziel war der 1999 entdeckte, nur knapp 500 m durchmessende Asteroid „1999 RQ36“. Nach einem Wettbewerb, an dem sich 8000 Schüler aus 25 Ländern beteiligten, erhielt er den von dem neunjährigen Michael Puzio vorgeschlagenen Namen „Bennu“, einem göttlichen Vogel aus der altägyptischen Mythologie. Seine offizielle Katalogbezeichnung lautet nun (101955) Bennu. Am 3. Dezember 2018 erreichte OSIRIS-REx den Asteroiden. Zunächst sammelt die Raumsonde mit ihren fünf Fernerkundungsgeräten Daten von der Oberfläche, um u.a. auch eine geeignete Stelle für eine Bodenprobenentnahme zu finden. Für diesen im Juli 2019 stattfindenden Versuch wird mit einem 2,8 Meter langen Roboterarm ein Probensammler auf die Oberfläche gedrückt und anschließend mit komprimierten Stickstoffgas aufgewirbeltes Oberflächenmaterial in einen kleinen Behälter gepreßt. Die NASA hofft auf mindestens 60 Gramm Oberflächenmaterial. Im März 2021 verläßt OSIRIS-REx den Asteroiden wieder in Richtung Erde. Am 24. September 2023 wird bei einem Vorbeiflug an der Erde die Probenkapsel abgeworfen. Sie soll im Bundesstaat Utah auf der Erde landen.

### **(117) Februar 2019 (Elektromagnetische Wellen und Gravitationswellen)**

Alle Informationen und daraus folgernde Erkenntnisse über die Physik der Sterne stützen sich auf die Strahlung der elektromagnetischen Wellen. Das sind u.a. Mikrowellen, Lichtwellen (die einzigen Wellen, die wir sehen können), sowie Röntgenstrahlen und Gammastrahlen. Von der gesamten im Universum vorhandenen Materie ist gerade mal ein Prozent strahlende Materie, der Rest verrät sich nur durch seine gravitative Wirkung. Am 14. September 2015 wurden erstmals die von Albert Einstein 1916 in der Allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagten Gravitationswellen entdeckt. Sie entstehen, wenn zwei massereiche Objekte, wie z.B. Neutronensterne oder Schwarze Löcher, miteinander zu einem neuen größeren Objekt verschmelzen. Dabei wird Materie in reine Energie umgewandelt ( $E = mc^2$ ), die das umgebende Raumzeitgefüge in wellenförmige Schwingungen versetzt, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten und dabei auch die Erde erreichen. Mit diesem neuen Fenster in das Universum erhoffen sich die Astrophysiker Erkenntnisse über die Dunkle Materie zu bekommen. Von ihr wissen wir bis heute nur, dass es sie gibt, aber ihre physikalische Natur liegt noch völlig im Dunklen.

### **(118) März 2019 (Marssonde InSight)**

Die Planeten des Sonnensystems teilen sich in zwei Gruppen ein: die vier inneren Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde, Mars, und die vier äußeren Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun. Warum es diese Trennung gibt, ist bis heute nicht eindeutig verstanden. Die am 5. Mai 2018 gestartete Marssonde InSight soll dazu Erkenntnisse liefern. Sie landete am 26. November 2018 erfolgreich auf dem Mars. Ziel der Mission ist die Erforschung der Entwicklungsprozesse, welche die inneren Gesteinsplaneten formten. Der Mars eignet sich besonders gut dafür, weil sich auf seiner Oberfläche genügend Spuren dieser Prozesse finden lassen. Das mitgeführte Seismometer soll über eventuell registrierte

Marsbeben Rückschlüsse auf die innere Struktur des roten Planeten geben, aus denen wiederum Rückschlüsse für die anderen drei Gesteinsplaneten gewonnen werden können. Ein sog. „Maulwurf“ soll einen Bohrer bis etwa fünf Meter tief in den Marsboden treiben und dabei Wärmemessungen vornehmen. Die hierbei gemessenen Temperaturunterschiede zur Marsoberfläche lassen ebenfalls Rückschlüsse auf die Entstehung der Gesteinsplaneten zu.

### **(119) April 2019 (Andromedanebel und Magellan-Wolken)**

Alle Sterne, die wir am nächtlichen Himmel mit bloßem Auge sehen können, gehören ausnahmslos zu unserer Galaxis, der Milchstraße. Aber es gibt drei Ausnahmen. Das sind zum einen die nur am Himmel der Südhalbkugel zu sehenden zwei kleinen Satellitengalaxien unserer Milchstraße. Es handelt sich um die Große und die Kleine Magellansche Wolke (Entfernung 170.000 bzw. 200.000 Lichtjahre). Zum anderen kann man am Himmel der Nordhalbkugel bei optimalen Sichtverhältnissen (kein Vollmond, keine Lichtverschmutzung durch Großstadtbeleuchtung u.ä.) im Sternbild Andromeda ein schwach leuchtendes Nebelfleckchen sehen. Es ist die Andromedagalaxie, die mit ca. 2,5 Mill. Lichtjahre Abstand das entfernteste Objekt am Himmel ist, das wir mit bloßem Auge noch sehen können. Der amerikanische Astronom Edwin P. Hubble (1889-1953) konnte im Jahre 1923 an dieser Galaxie, die auch M31 genannt wird, den Nachweis erbringen, dass sie kein Mitglied unserer Milchstraße ist, sondern ein weit außerhalb liegendes Objekt. Allerdings war Hubbles berechnete Entfernungsangabe von ca. 900.000 Lichtjahren fehlerhaft. Der deutsche Astronom Walter Baade (1893-1960) fand im Jahre 1952 heraus, dass die bis dahin geltenden Entfernungsangaben zu extragalaktischen Objekten mindestens verdoppelt werden müssten.

### **(120) Mai 2019 (Kollaps der Sonne zum Neutronenstern)**

Jede Masse eines Körpers, z.B. die eines Sterns, hat Gravitationskräfte zur Folge. Je kleiner das Volumen bei gleicher Masse ist, umso stärker wirkt seine Gravitationskraft in Richtung zum Mittelpunkt dieses Körpers, d.h. der Körper wird komprimiert. Wirkt jedoch eine Kraft gleicher Größe, wie z.B. der Strahlungsdruck im Inneren des Sterns, gegen diese Richtung, entsteht ein Gleichgewicht zwischen Gravitation und Strahlungsdruck. Die meisten Sterne befinden sich annähernd in diesem stabilen Zustand. Im Kern des Sternes fusioniert Wasserstoff zu Helium, durch diesen Prozess steigt die Kerntemperatur rapide an. Unsere Sonne wird sich am Ende ihres Lebens dadurch zu einem Roten Riesen aufblähen und dann ihre äußere Gashülle abstoßen. Anschließend fällt der Rest in sich zusammen und die Sonne kollabiert zu einem Weißen Zwerg. Ist die Ursprungsmasse wesentlich größer als eine Sonnenmasse, entsteht durch den Kollaps ein Neutronenstern von etwa 10 bis 20 km Durchmesser, jedoch mit der gleichen Ursprungsmasse. Ab etwa vierzigfacher Sonnenmasse wird daraus ein Schwarzes Loch, von dem weder Materie noch Strahlung und Licht entweichen können. Es ist damit zwar unsichtbar, es verrät sich aber durch seine gravitative Wirkung auf benachbarte Sterne und Gaswolken.

### **(121) Juni 2019 (Jupiter und die vier Galileiischen Monde)**

Der Planet Jupiter ist mit 143.000 km Äquatordurchmesser das größte Objekt in unserem Sonnensystem, welches mit 778 Mill. km Abstand die Sonne umkreist (Erde = 150 Mill. km). Ein Jupitertag dauert etwa 10 Stunden, ein Jupiterjahr hingegen nicht ganz 12 Erdenjahre. Seine Eigenmasse von etwa 318 Erdmassen entspricht knapp der 2,5fachen Masse aller

anderen Objekte zusammen im Sonnensystem. Wegen seiner Größe ist er schon in einem Fernglas als Kugel zu sehen. Das reizvollste bei seinem Anblick sind seine im Jahr 1610 von Galileo Galilei (1564-1642) entdeckten und nach ihm benannten vier großen sog. Galileischen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Wegen ihrer Bahnlage in der Jupiteräquatorebene und wegen ihrer relativ kurzen Umlaufzeiten (z.B. Io mit nur 1,77 Tagen) kann man neben wandernen Mondschaten auf der Jupiteroberfläche, Bedeckungen der Monde durch den Planetenkörper und Verfinsterungen der Monde durch den Jupiterschatten beobachten. Ein kleines Teleskop zeigt bereits Oberflächenmerkmale wie seine äquatorparallelen Wolkenbänder und auf der Südhalbkugel den sog. Großen Roten Fleck, ein seit Jahrhunderten bekannter Wirbelsturm.

### **(122) Juli 2019 (Protuberanzen und Filamente der Sonne)**

Direkte Beobachtung der Sonne mit ungeschützten Augen haben Augenschäden bis hin zur Erblindung zur Folge. Um dennoch unser Tagesgestirn visuell studieren zu können, versieht man Teleskope mit geeigneten Filtern. So blendet z.B. ein sog. H-alpha-Filter bis auf einen winzigen Rotanteil das Sonnenlicht total aus, man sieht in so einem Teleskop die Sonne in einem dunklen intensiven Rot. Diese Methode macht es möglich, die Sonne ohne Augenschäden zu beobachten. Aufgrund des äußerst aktiven und sehr komplexen Magnetfeldes der Sonne sieht man am Sonnenrand ab und zu meist bogenförmige und manchmal mehrere hunderttausend Kilometer lange Bögen und bis zu 40.000 km sich über den Sonnenrand erhebende Plasmaauswürfe, die sog. Protuberanzen. Es kann dabei Materie mit bis zu 1.000 km pro Sekunde von der Sonne weggeschleudert werden. Erreichen solche Teilchen nach zwei bis vier Tagen die Erde, sehen wir vermehrt Polarlichter. Beobachtet man solche Materieauswürfe auf der Sonnenoberfläche, so erscheinen sie wegen ihrer niedrigeren Temperatur als dunkle Fäden oder gewundene Linien. Hier nennt man sie jedoch Filamente.

### **(123) August 2019 (Saturnmond Iapetus)**

Iapetus ist der drittgrößte der über 60 bekannten Monde des Ringplaneten Saturn. Der etwa 1490 km durchmessende und aus Eis bestehende Trabant wurde am 25. Oktober 1671 an der königlichen Sternwarte von Paris von dem italienisch-französischen Astronomen Dominique Cassini (1625-1712) entdeckt. Als nach einer sechstägigen Bewölkung der Himmel wieder klar wurde, war der Mond jedoch nicht mehr auffindbar. Erst am 6. Februar 1673 sah ihn Cassini wieder, und mit weiteren Beobachtungen errechnete er eine Umlaufzeit um den Saturn von 80 Tagen und eine Eigenrotation der gleichen Länge. 1677 beschrieb Cassini eine Eigentümlichkeit des Saturnbegleiters: Befindet sich der Mond östlich (links) des Saturn, so ist er für fast einen Monat unsichtbar, westlich (rechts) des Planeten hingegen strahlt er sehr hell. Dieses Phänomen konnte erst Anfang des 21. Jhdts. hinreichend geklärt werden. Wegen seiner gebundenen Rotation befindet sich immer dieselbe Oberflächenregion in Umlaufrichtung „vorne“ wie der Bug eines Schiffes. Diese Region ist es, die man von der Erde aus sieht, wenn sich Iapetus östlich vom Saturn befindet. Auf der „Bugseite“ kollidierende Mikrometeorite und Staub haben Erosionen zur Folge, wobei durch chemische Prozesse u.a. dunkles kohlenstoffhaltiges Material freigelegt wird. Dies hat dann die extreme Dunkelfärbung und damit Unsichtbarkeit zur Folge.

### **(124) September 2019 (Elementenentstehung durch Supernovae)**

Die gesamte stoffliche Welt – zu der auch wir Menschen zählen – setzt sich aus 92 natürlichen Elementen zusammen, angefangen mit Nummer eins, dem Wasserstoff und endend mit Nummer 92, dem Uran. Diese Elemente werden teilweise im Inneren von Sternen durch Kernfusion erzeugt. Dabei werden leichtere Atomkerne zu immer schwereren verschmolzen. Die Fusionskette beginnt mit Wasserstoff, sie geht weiter zu Helium, Kohlenstoff, Sauerstoff, Neon, Silizium. Bei Nummer 26, dem Eisen, ist Schluß, schwerere Elemente kann ein Stern nicht erzeugen, seine Energie reicht dazu nicht mehr aus. Hat ein Stern das Eisenstadium erreicht, kollabiert seine Gashülle, er stürzt unter seiner eigenen Schwerkraft zusammen. Der Stern explodiert, und es entsteht eine Supernova. Dabei wird eine ungeheure Menge Energie frei, die groß genug ist, um die restlichen 66 Elemente zu bilden, die dann mit der expandierenden Gashülle in die Umgebung geblasen werden. Aus diesem Elementenmix entstehen wieder neue Sterne wie unsere Sonne und mit ihnen Planeten und im Falle der Erde auch wir Menschen. Ohne Sternentod gäbe es uns gar nicht.

### **(125) Oktober 2019 (Jupitermond Europa)**

Europa ist nicht nur der Kontinent, auf dem wir leben, sondern auch der Name des kleinsten der vier Galileischen Monde des Jupiter. Der 3121 km durchmessende Mond umkreist den Gasriesen in etwas mehr als dreieinhalb Tagen. Dabei wendet Europa Jupiter immer die gleiche Seite zu; er hat, wie unser Mond, eine gebundene Rotation. Seine Minus 160 Grad Celsius kalte Oberflächenschicht ist etwa 17 bis 20 km dick und besteht aus Eis. Als die 1989 von der NASA gestartete Sonde GALILEO nach sechsjähriger Flugzeit das Jupitersystem erreichte, entdeckte sie auf Europa ein Magnetfeld. Gleichzeitig ermittelte sie, dass der Mond mehr Energie abgibt, als er von der Sonne empfängt. Ursache ist die gewaltige Gezeitenreibung, die der Gasriese Jupiter mit seiner Gravitation auf den kleinen Mond ausübt, er wird regelrecht durchgewalzt. Die dadurch entstehende Wärme hat zur Folge, dass unter der Eisdecke flüssiges Wasser vorhanden ist. Weil es, außer auf der Erde und dem Mond Europa, nach derzeitigem Wissensstand im ganzen Sonnensystem nirgendwo flüssiges Wasser gibt, könnte sich dort Leben entwickelt haben, ähnlich dem, wie man es in der Umgebung von irdischen unterseeischen Thermalquellen, den sog. Schwarzen Rauchern, vorfindet.

### **(126) November 2019 (Merkurtransit 11. November)**

Diesen Monat bietet uns der Himmel ein relativ seltenes Schauspiel: am 11. November zieht Merkur, der sonnennächste und zugleich kleinste aller acht Planeten von 13:35 Uhr bis 19:04 Uhr über die leuchtende Sonnenscheibe. Dieser Merkurtransit ist allerdings in Mitteleuropa nur bis zum Sonnenuntergang etwa gegen 16:30 Uhr zu verfolgen. Im 21. Jahrhundert gibt es nur 14 Merkurtransite, der nächste findet erst wieder am 13. November 2032 statt. Weil die Beobachtungsmöglichkeiten des Merkur in der Morgen- oder Abenddämmerung selten mehr als eine halbe Stunde dauern, ist so ein Transit die einzige Möglichkeit, den kleinen Planeten über mehrere Stunden zu beobachten. Jedoch sind während des Transits nur seine unbeleuchtete sonnenabgewandte Rückseite und damit keine Oberflächenmerkmale sichtbar. Er wandert dann als pechschwarzer kreisrunder Fleck, auch Neumerkur (wie Neumond) genannt, über die helle Sonnenscheibe. Weil zur Zeit des Transits sein Durchmesser etwa 194mal kleiner als der Sonnendurchmesser ist, kann man ihn ohne optische Hilfsmittel mit

dem bloßen Auge nicht verfolgen. Unbedingt beachten: Nur mit geeignetem Sonnenschutz vor den Augen (Sonnenbrille reicht nicht!!!) in die Sonne schauen! Erblindungsgefahr!

### **(127) Dezember 2019 (Radioteleskope)**

Alle Sterne (und auch die Sonne und die Planeten) geben elektromagnetische Wellen ab. Neben den Lichtwellen (die einzigen Wellen, die wir sehen können) gehören dazu auch Radiowellen. Kosmische Dunkelwolken und Staubansammlungen sind für Lichtwellen undurchdringlich, für Radiowellen sind sie dagegen kein Hindernis. Die dazu notwendigen Empfangsgeräte nennt man Radioteleskope. Weil Radiowellen größere Wellenlängen als Lichtwellen haben, müssen auch die Empfangsflächen der Radioteleskope größere Flächen gegenüber den Lichtteleskopen haben. Eines der größten Radioteleskope auf der Welt mit 300 Metern Durchmesser ist das 1963 fertiggestellte, in einen natürlichen Talkessel eingebettete Radioteleskop von Arecibo auf der Insel Puerto Rico in der Karibik. Aufgrund der unbeweglichen Empfangsfläche kann mit einer beweglichen Antenneneinheit aber nur ein beschränkter Himmelsausschnitt in Zenitnähe beobachtet werden. Seit September 2019 steht den Radioastronomen das in Guizhou (Südwest-China) mit 520 Meter Durchmesser flächenmäßig größte Radioteleskop der Welt zur Verfügung. Mit seinem verformbaren Hauptspiegel kann ein wesentlich größeres Himmelsareal als mit dem Arecibo-Teleskop erforscht werden.