

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 69 (2011)
Heft: 367

Artikel: Juno auf dem Weg zu Jupiter : Jupiters Aufbau wird genauer untersucht
Autor: Tacchella, Sandro
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897239>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Juno auf dem Weg zu Jupiter

Jupiters Aufbau wird genauer untersucht

■ Von Sandro Tacchella

Knapp 22 Jahre nach dem Start der Jupitersonde Galileo ist wieder eine Raumsonde unterwegs zum Planeten Jupiter: Am 5. August 2011 um 18.25 MESZ ist die NASA-Sonde Juno von Cape Canaveral aus mit einer Atlas V-Rakete gestartet. Nach der fünfjährigen Reise zum Jupiter wird die Sonde in eine polare Umlaufbahn einschwenken und dann ein Jahr wissenschaftliche Daten sammeln. Die Wissenschaftler erhoffen sich neue Erkenntnisse über Jupiters Atmosphäre, seinen inneren Aufbau und sein Magnetfeld.



Abbildung 1: Start von Juno am 5. August um 18.25 MESZ. (Bild: NASA)

Jupiter, der grösste Planet in unserem Sonnensystem, ist schwerer als alle anderen Planeten zusammen. Er besteht hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium, und gleicht daher einem Stern in dessen Entstehungsphase. Es gibt hunderte Jupiter-ähnliche Planeten, die um andere Sterne kreisen (sog. Exoplaneten), welche in den letzten Jahren

entdeckt wurden. Alle Theorien über die Entstehung eines Sonnensystems beginnen mit einem Kollaps einer riesigen Wolke aus Gas und Staub. Das meiste Material nach der Entstehung der Sonne wurde für Jupiter gebraucht, aber wie Jupiter genau entstanden ist, ist immer noch unklar. Bildete sich zuerst ein harter Kern, der anschlies-

send das Gas akkretierte, oder gab es eine instabile Region im Innern der Wolke, welche die Formation des Planeten auslöste? Des Weiteren hat Jupiter im Gegensatz zur Erde noch immer die ursprüngliche Zusammensetzung, die uns Hinweise auf die Geschichte des Sonnensystems geben kann. Daher

Instrumente an Bord von Juno

Jovian Auroral Distributions Experiment (JADE)
JADE untersucht die Polarlichter Jupiters, indem geladene Partikel wie Elektronen und Ionen entlang der Magnetfeldlinien des Planeten gemessen werden.

Advanced Stellar Compass (ASC)
ASC misst die Orientierung der Magnetometer.

Scalar Helium Magnetometer (SHM)
Das Magnetometer soll das Magnetfeld in sehr hoher Auflösung untersuchen.

Gravity Science (GS)
Das Instrument untersucht die Massenverteilung.

Fluxgate Magnetometer (FGM)
Zwei Sensoren messen Stärke und Ausrichtung des Jupiter-Magnetfeldes.

Microwave Radiometer (MWR)
Ein Mikrowellenspektrometer zur Messung des Ammoniak- und Wasseranteils in der Jupiteratmosphäre. Es misst auch die Wärmeemission in verschiedenen Höhen.

Plasma Waves Instrument (Waves)
Dieses Instrument misst Plasma- und Radiowellen in Jupiters Magnetosphäre.

Jupiter Energetic-particle Detector Instrument (JADI)
JADI besteht aus mehreren Detektoren, welche die Energie, sowie die Winkelverteilung von geladenen Teilchen messen.

Ultraviolet Spectrograph (UVS)
Der UVS wird Aufnahmen der Polarlichter im ultravioletten Licht machen und zusammen mit JADE arbeiten.

Juno Cam
Eine kleine Kamera, die Aufnahmen von Jupiters Wolkendecke im sichtbaren Licht aufnimmt. Sie wird auch die Monde ins Visier nehmen.

Jovian Infrared Auroral Mapper (JIRAM)
JIRAM wird Bilder im infraroten Bereich schiessen, sowie Spektren von Jupiter liefern.



Abbildung 2: Ein immer wieder imposanter Vergleich: Die Erde hätte fast zweimal im Grossen Roten Fleck Platz. (Bild: NASA)

wird die Erforschung dieses aussergewöhnlichen und mysteriösen Himmelskörpers unser Verständnis über die Entstehung von Sonnensystemen erheblich erweitern.

Jupiter – ein interessanter Planet

Jupiters Aussehen ist geprägt von schönen Farben sowie atmosphärischen Eigenschaften. Die meisten sichtbaren Wolken bestehen aus Ammoniak. Wasserwolken existieren weit unten. Jupiters Streifen entstehen durch starke Ost-West-Winde in der oberen Atmosphäre. Innerhalb dieser Streifen und Zonen können Stürme entstehen, welche

mehrere Jahrzehnte andauern. Der Grosse Rote Fleck, der grösste Wirbelsturm unseres Sonnensystems, wurde bereits vor 300 Jahren beobachtet (Abb. 2). Die Zusammensetzung von Jupiters Atmosphäre ist der Sonne ähnlich: Beide Körper bestehen hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium. Im tiefen Innern der Atmosphäre steigen Druck und Temperatur so stark an, dass das Wasserstoff-Gas zu einer Flüssigkeit zusammengedrückt wird. In einer Tiefe von ca. einem Drittel des Radius wird flüssiger Wasserstoff elektrisch leitend wie ein Metall. In dieser Schicht entstehen kräftige Magnetfelder, deren Entstehung bis heute noch nicht ganz verstanden

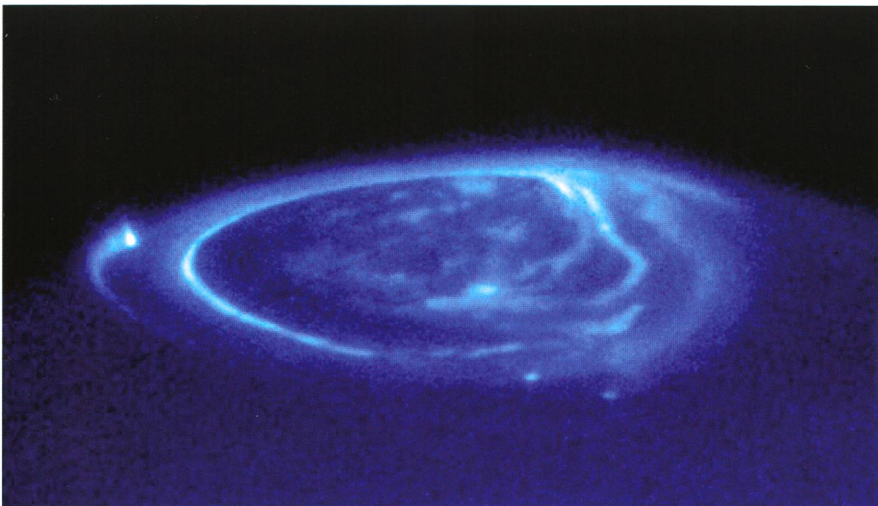


Abbildung 3: Jupiters Polarlichter aufgenommen mit dem Hubble Weltraumteleskop. (Bild: NASA)

wird. Sicher sind starke elektrische Ströme involviert, welche durch Jupiters schnelle Rotation hervorgerufen werden. Jupiters Magnetfelder fangen viele geladene Teilchen (Elektronen und Ionen) des Sonnenwindes ein, deren schnelle Bewegung zu starken Polarlichtern führen (Abb. 3). Zugleich verformt der Sonnenwind die Magnetosphäre Jupiters wie folgt: Der Sonnenwind staucht die Magnetosphäre auf der Sonnenseite zusammen und zieht sie auf der Nachtseite zu einem Magnetschweif auseinander, der bis in eine Entfernung von etwa 1 Milliarde Kilometer reichen kann, also etwa in den Bereich von Saturns Umlaufbahn! Jupiters Magnetosphäre ist die grösste bekannte Struktur in unserem Sonnensystem, ausgedehnter als unsere Sonne selbst.

Wie alle Gasplaneten besitzt auch Jupiter drei dünne Ringe, die in der Äquatorebene liegen, jedoch einiges schwächer sind, als jene von Saturn. Die Ringe bestehen hauptsächlich aus Staub. Zudem umkreisen Jupiter nicht weniger als 66 bekannte Monde, die vier grössten, Io, Europa, Ganymede und Callisto wurden bereits im Jahre 1610 durch Galileo Galilei entdeckt.

Galileo und offene Fragen

Pioneer 10 und 11, und Voyager 1 und 2 erkundeten Jupiter in den 1970er-Jahren, konnten den Planeten jedoch nur sehr kurz untersuchen. Daher wollten Wissenschaftler eine Raumsonde in eine Umlaufbahn um Jupiter entsenden, um dessen Umgebung genauer zu untersuchen. Im Oktober 1989 wurde die Raumsonde Galileo an Bord des Space Shuttles Atlantis ins Weltall befördert. Die Sonde reiste für fast sechs Jahre, ehe sie 1995 ihr Ziel erreichte. Galileo hatte eine kleine Sonde an Bord, welche in Jupiters Atmosphäre eintauchte und wichtige Daten über Jupiters Atmosphäre sammelte. Diese zeigten unter anderem, dass Jupiters Atmosphäre trockener ist als angenommen. Zudem registrierte man Winde, die um einiges stärker sind als die Windspitzen in irdischen Tropenstürmen. Nach 58 Minuten schmolz die Sonde unter der enormen Hitze, die in der Atmosphäre vorherrscht.

Das «Mutterschiff» Galileo umkreiste Jupiter bis ins Jahre 2003. In die-

sen acht Jahren sammelte die Sonde unzählige Daten und lieferte so Wissenschaftlern wichtige neue Hinweise, unterem anderen auch über Jupiters Monde. Zu den wichtigsten Erkenntnissen gehören:

- Erste Beobachtung von Ammoniak-Wolken
- Starke Vulkan-Aktivität auf Mond Io
- Flüssige Ozeane unterhalb der eisigen Oberflächen von Mond Europa
- Dünne Atmosphären auf den Monden Europa, Ganymede, Callisto
- Bestimmung von der Struktur und Dynamik der Magnetosphäre

Aus diesen Erkenntnissen stiessen die Forscher wieder auf neue Fragen, unter anderem wollten sie die genaue Ursache der Magnetosphäre oder den Einfluss des Magnetfeldes auf die Atmosphäre bestimmen.

Juno

In der griechischen und römischen Mythologie zog Jupiter Wolken mit sich, um sich zu verhüllen und zu verstecken, so dass man seine Ungepflogenheiten nicht erkennen konnte. Es war Jupiters Frau, die Göttin JUNO, welcher es möglich war, durch die Wolken zu blicken und das wahre Gesicht Jupiters zu erkennen. Die Raumsonde Juno wird ebenfalls unter die Wolken sehen und – nicht nach schlechten Eigenschaften – aber nach Indizien, suchen, welche uns helfen, die Struktur des Planeten und dessen Entstehungsgeschichte besser zu verstehen.

Wie in der Einleitung erwähnt, hob Juno am 5. August 2011 ab und wird im Juli 2016 den Planeten Jupiter erreichen.

Zuerst holt die Raumsonde im Oktober 2013 beim Vorbeiflug an der Erde (Swing-by-Manöver) Schwung, um die weite Reise zu Jupiter anzutreten. Das geplante Ende der Mission findet im Oktober 2017, nach 33 Umläufen um Jupiter statt. Juno wird in einem polaren Orbit mit einer Periapsis (Jupiternähe) von 5000 km – näher als jede Sonde zuvor – und einer Umlaufzeit von elf Tagen Messungen vornehmen. Auf dieser Umlaufbahn tritt Juno nie in den Jupiterschatten ein, so dass die Solarzellen ständig Energie liefern

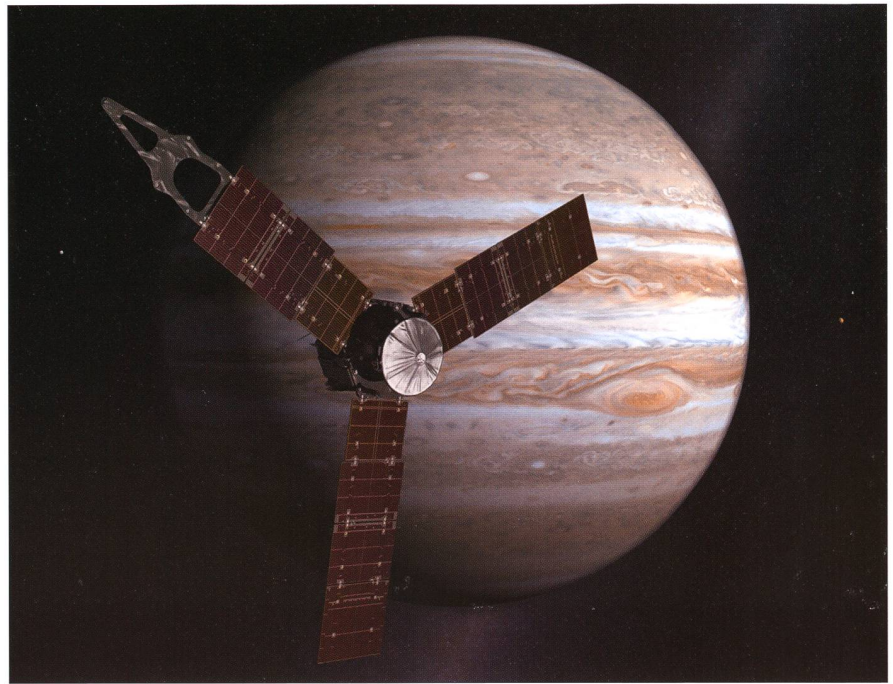


Abbildung 4: Die Sonde Juno in einer künstlerischen Darstellung. (Bild: NASA)

können. Im Gegensatz zu früheren Raumsonden zum Planeten Jupiter, besitzt Juno keine nukleare Energieversorgung, sondern generiert den benötigten Strom durch neue, effizientere und strahlungsresistentere Solarzellen. Der Einsatz von Solarzellen ist jedoch nur möglich, weil sich Juno auf ihrer polaren Umlaufbahn meistens ausserhalb der starken Strahlungsgürtel des Jupiters befindet. Eine Mission zu den inneren Galileischen Monden, die sich in den starken Strahlungsgürteln des Jupiters befinden, wäre, da die starke Strahlung die Solarzellen zerstören würde, weiterhin auf eine nukleare Energieversorgung und besonders strahlungsresistente Elektronik angewiesen.

Juno verfügt über drei grosse Solarzellenpaneele, wodurch das Aussehen der Sonde ein wenig an eine Windmühle erinnert. Es ist das erste Mal, dass bei einer Mission, die jenseits des Asteroidengürtels führt, allein auf Sonnenenergie gesetzt wird.

Das Hauptziel der Mission von Juno wird sein, neue Erkenntnisse über den Beginn unseres Sonnensystems anhand von Fakten über Jupiter zu gewinnen. Die Sonde wird mit ihren vielen wissenschaftlichen Messgeräten den Wassergehalt der Atmosphäre bestimmen, um Klarheit über die Entstehungsgeschichte von Jupiter zu erhalten. Die Wissenschaftler wollen die Zusammensetzung, die Temperaturen und Bewe-

gungen der Wolken in tieferen Atmosphärenschichten messen, das Magnet- sowie Gravitationsfeld genau vermessen, um die inneren Strukturen von Jupiter zu bestimmen und Jupiters Magnetosphäre in der Nähe der Pole erforschen, um neue Einsichten über den Einfluss des starken Magnetfeldes auf die Atmosphäre zu erlangen. Anhand dieser Messungen wird es möglich sein, einen grossen Schritt im Verständnis über die Bildung von Gasplaneten, sowie über ihren Einfluss auf das Sonnensystem vorwärts zu kommen.

Juno ist die zweite Mission unter dem NASA New-Frontiers-Programm (ein Programm der NASA zur Erforschung des Sonnensystems durch Raumsonden). Die erste Mission war die Pluto New Horizons-Mission, gestartet im Januar 2006, deren geplanten Anknunft im Jahre 2015 die Planetenforscher schon heute mit Spannung entgegen fiebern.

■ Sandro Tacchella

Bächliwis 3
CH-8184 Bachenbülach

Quellen

- www.nasa.gov/mission_pages/juno/overview/index.html
- <http://solarsystem.nasa.gov/galileo/>
- http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13117