

die TUs Braunschweig und Kaiserslautern vertreten. Dagegen sind die TU Dortmund und die Unis Bielefeld und Jena von der Spitzen- in die Mittelgruppe abgerutscht. Allerdings muss damit nicht zwangsläufig ein starker Qualitätsverlust verbunden sein, denn die Noten, die sich aus den Bewertungen der Studierenden ergeben, liegen oft nicht sehr weit auseinander.

Auffällig ist, dass besonders forschungsstarke Universitäten, wie

die Elite-Universitäten LMU München, Heidelberg und die RWTH Aachen im Fach Physik eher mittelmäßig abschneiden, wenn es um die Studienbedingungen geht. Nur die Universität Göttingen kann sich sowohl bei den Forschungs- als auch den Studienkriterien in der Spitzengruppe behaupten.

Ob der Studienführer wirklich einen Weg durch den Studierendenschub weist, müssen die angehenden Studis selbst ausprobieren.

Neben den genannten fünf prominenten Kriterien bietet das Ranking weitere Vergleichsfunktionen und noch eine große Fülle zusätzlicher Infos zu den Studienstandorten, darunter auch handfeste Angaben wie Wohnheimkosten, Quadratmeterpreise bei Miete und das bevorzugte Verkehrsmittel zur Uni.

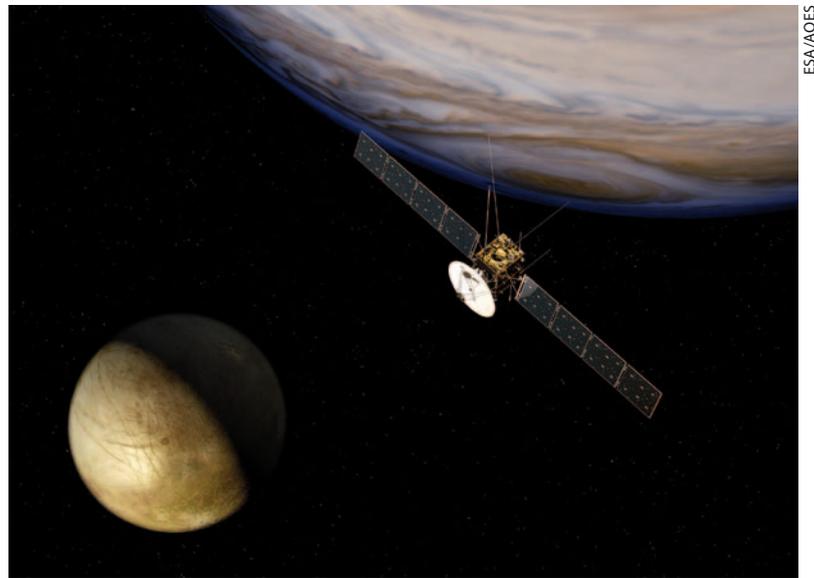
Alexander Pawlak

## ■ Europas Weg zu Europa

Die Eismonde des Jupiters stehen im Fokus der nächsten großen Wissenschaftsmission der ESA.

Man schreibt das Jahr 2010, und der Besatzung des russischen Raumschiffs Leonov gelingt es, erstmals Anzeichen für Leben auf dem Jupitermond Europa zu entdecken, allerdings nur im Film „2010 – Das Jahr, in dem wir Kontakt aufnehmen“. Dieser Science Fiction kommt die europäische Weltraumorganisation ESA mit ihren Plänen nun näher. Anfang Mai wählte sie mit dem „Jupiter ICy moon Explorer“ (JUICE) die erste große Mission (Kategorie L) für ihr „Cosmic Vision“-Programm der Jahre 2015 bis 2025. JUICE erhielt den Vorzug vor zwei anderen Missionen, der Gravitationswellenmission eLISA/NGO (evolved Laser Interferometer Space Antenna / New Gravitational Wave Observatory) und dem Röntgen-Weltraumteleskop ATHENA (Advanced Telescope for High Energy Astrophysics).

Die Jupiter-Sonde soll 2022 mit einer Ariane 5 von Europas Raumflughafen in Kourou, Französisch-Guayana, aus starten. Sie wird den Jupiter im Jahr 2030 erreichen und über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren Europa, Ganymed und Kallisto detailliert beobachten. Diese Galileischen Monde, zu denen noch der vulkanisch aktive Mond Io zählt, machen das Jupiter-System zu einem eigenen Miniatur-Sonnensystem. Planetenforscher gehen davon aus, dass Europa, Ganymed und Kallisto unter ihrer Oberfläche Ozeane beherbergen.



Künstlerische Darstellung der JUICE-Sonde beim Planeten Jupiter.

Ziel von JUICE ist es daher zu untersuchen, ob die Monde möglicherweise lebensfreundliche Bedingungen aufweisen. Damit werden zwei Schlüsselfragen des 2004 gestarteten „Cosmic Vision“-Programms angegangen: Welches sind die Voraussetzungen für die Entstehung von Planeten und von Leben, und wie funktioniert das Sonnensystem?<sup>1)</sup>

Die Sonde wird Kallisto, dem kraterreichsten Objekt des Sonnensystems, einen Besuch abstatten und zweimal an Europa vorbeifliegen. Dabei soll JUICE erstmals die Dicke von Europas Eiskruste bestimmen und mögliche Standorte für künftige Untersuchungen vor Ort bestimmen. Im Jahr 2032 wird

das Raumfahrzeug schließlich in eine Umlaufbahn um Ganymed einschwenken und die Eisoberfläche und innere Struktur dieses Mondes einschließlich seines unter der Oberfläche verborgenen Ozeans erforschen. Ganymed ist der bislang einzige bekannte Mond im Sonnensystem, der ein eigenes Magnetfeld besitzt. Daher soll das Augenmerk der Mission auch auf den Wechselwirkungen von Magnetfeld und Plasma zwischen Ganymed und Jupiter liegen, dessen Magneto- und Atmosphäre JUICE ständig beobachten soll. Für die Planetenforscher ist Jupiter ein prototypischer Gasriese, dessen genaue Beobachtung neue Erkenntnisse über die Entstehung von Riesen-

1) Die beiden anderen Grundfragen sind: Welches sind die grundlegenden Gesetze des Universums? Wie entstand das Universum, und woraus besteht es? Mehr Infos finden sich auf [sci.esa.int/cosmicvision/](http://sci.esa.int/cosmicvision/)

2) Physik Journal, Mai 2011, S. 10

3) Physik Journal, März 2012, S. 8

planeten und ihrer Trabanten um andere Sterne verspricht.

Alle drei Kandidaten für die erste L-Klasse-Mission, die mit rund einer Milliarde Euro Kosten veranschlagt ist, sind abgespeckte Versionen größerer Projekte, welche die ESA gemeinsam mit der US-Weltraumbehörde NASA geplant hatte.<sup>2)</sup> Doch die Amerikaner zogen sich wegen Finanzierungsproblemen zurück, sodass aus den ursprünglichen Missionen LISA, IXO und EJSM/Laplace schließlich rein europäische Projekte wurden. Die an eLISA/NGO und ATHENA beteiligten Forscher hoffen nun auf eine zweite Runde für große Missionen, die für 2013 vorgesehen ist. eLISA/NGO soll durch die Beobachtung von Gravitationswellen in einem weiten Frequenzbereich von 0,1 bis

100 mHz ein neues astronomisches Beobachtungsfenster öffnen, in dem insbesondere Schwarze Löcher und die Frühzeit des Universums, bevor es für Licht transparent wurde, direkt beobachtbar werden.<sup>3)</sup> Die Mission soll aus insgesamt drei Satelliten bestehen, die jeweils eine Million Kilometer voneinander entfernt sind und so ein riesiges Michelson-Interferometer im Weltraum bilden. ATHENA ist als Weltraumteleskop für den Röntgenbereich konzipiert, das untersuchen soll, welche Prozesse sich in der Nähe eines Schwarzen Loches abspielen, wie sich die großräumigen Strukturen von Galaxien entwickeln und wie diese beiden Bereiche miteinander zusammenhängen.

„Aus drei hervorragenden Kandidaten eine Mission auszuwählen

war eine schwierige Entscheidung. Alle drei versprachen wissenschaftliche Forschung von Weltklasse und würden Europa einen Spitzenplatz in der Weltraumforschung sichern“, betonte Alvaro Giménez Cañete, ESA-Direktor für Wissenschaft und robotische Exploration. Anzeichen für Leben auf Ganymed oder Europa zu finden, wäre ganz sicher eine wissenschaftliche Sensation. Dass eine außerirdische Macht wie im Film „2010“ den Jupiter zu einer Minisonne macht, welche die Evolution auf Europa ankurbelt, dürfte allerdings Science Fiction bleiben.

Alexander Pawlak

## ■ Abgehobene Forschung

**Messflüge mit einem Zeppelin versprechen wichtige Erkenntnisse zur Atmosphärenchemie und zum Klimawandel.**

Am 4. Mai fiel in Friedrichshafen der offizielle Startschuss für eine ungewöhnliche wissenschaftliche Messkampagne: Insgesamt zwanzig Wochen lang wird ein mit Messinstrumenten beladener Zeppelin quer durch Europa fliegen und dabei die Luftzusammensetzung messen. Koordiniert von Klimaforschern des Forschungszentrums Jülich wollen die Wissenschaftler vor allem zwei chemische Akteure in bodennahen Luftschichten genauer unter die Lupe nehmen: das Hydroxylradikal (OH-Radikal), das als „Waschmittel“ der Atmosphäre dient, und die Aerosole, also kleine Schwebeteilchen. Daten zu deren Entstehung und zu ihrem Einfluss auf das Klimageschehen sollen unter anderem Aufschluss über die Selbstreinigungskraft der Atmosphäre geben. „Wir wissen, dass sich die Atmosphäre selbst reinigt“, sagt Andreas Wahner, Direktor des Instituts für Energie- und Klimaforschung am Forschungszentrum Jülich, „aber nicht, unter welchen Bedingungen sie das optimal tut.“



Im Rahmen der PEGASOS-Kampagne wurde dieser Zeppelin in Friedrichshafen

mit zahlreichen Messinstrumenten bestückt.

Sowohl Bodenstationen als auch Forschungsflüge haben bereits viele Einsichten in die Prozesse geliefert, die sich in der Atmosphäre abspielen. Die chemisch aktivste Schicht, die planetare Grenzschicht, bleibt dabei jedoch ausgespart. Diese Grenzschicht erstreckt sich je nach Tageszeit, Jahreszeit und Temperatur vom Boden bis in Höhen von 200 bis 2000 Meter. Im Gegensatz

zu der darüber liegenden freien Troposphäre wird sie sehr stark und schnell durchmischt. Da der Zeppelin in diesen Höhen langsam schweben, in der Luft anhalten sowie vertikal auf- und absteigen kann, ist er prädestiniert dazu, die bisherige Beobachtungslücke zu schließen.

Vor dem Einsatz als Forschungszeppelin wurde einerseits die