

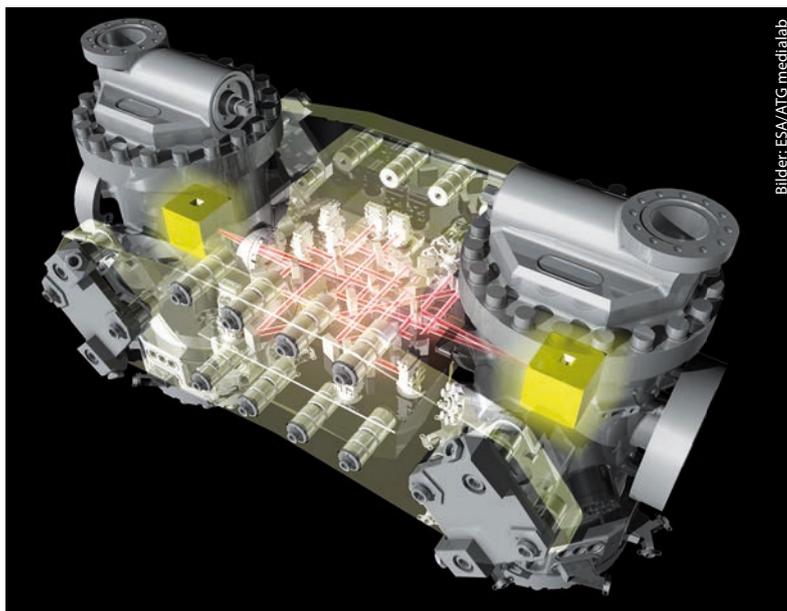
## ■ LISA auf dem rechten Pfad

LISA Pathfinder ist erfolgreich gestartet und soll die Technologie für den Nachweis von Gravitationswellen im All testen.

Mit einem Tag Verspätung startete am 3. Dezember 2015 eine der ehrgeizigsten Missionen der europäischen Weltraumorganisation ESA ins All: LISA Pathfinder, die den Weg zum Gravitationswellen-Observatorium eLISA („evolved Laser Interferometer Space Antenna“) ebnet soll.

Zunächst schwenkte LISA Pathfinder in eine niedrige Umlaufbahn um die Erde ein. Bis zum 14. Dezember wurde die Flugbahn der Sonde mit insgesamt sechs Flugmanövern nach und nach angehoben. Nun ist LISA Pathfinder auf Kurs zum Lagrange-Punkt L1, den sie gegen Ende Januar erreichen wird. Der Weg dorthin führt auch durch den Strahlungsgürtel der Erde, der eine Gefahr für die empfindlichen Komponenten des Satelliten darstellt. Um eventuelle Schäden möglichst zu vermeiden, muss diese Passage besonders schnell durchquert werden.

Kurz vor der Ankunft beim Lagrange-Punkt L1, in dem die Sonde genau zwischen Sonne und Erde kreist, trennt sich das Antriebsmodul ab. „LISA Pathfinder befindet sich dann gewissermaßen auf der Spitze eines Hügels. Wir müssen konstant dafür sorgen, die Sonde vor dem Herabrollen zu bewahren“, betont Florian Renk,



Bilder: ESA/ATG-medialab

Im LISA Technology Package (LTP) wird der nahezu perfekte freie Fall zweier

Testmassen in ihren Vakuumkammern vermessen und kontrolliert.

ESA-Missionsanalyst für LISA Pathfinder. Dazu dienen Kaltgas-Mikronewton-Triebwerke, deren winzige Schubkräfte der Gewichtskraft eines Sandkorns auf der Erde entsprechen.

Herzstück von LISA Pathfinder ist die wissenschaftliche Nutzlast, die maßgeblich vom Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik entwickelt und gebaut wurde: In zwei separaten, etwa 40 Zentimeter voneinander entfernten Vakuum-tanks befindet sich jeweils eine

würfelförmige Testmasse von zwei Kilogramm. Während des Missionsbetriebs sollen diese (nahezu) frei von allen inneren und äußeren Störkräften schweben und so die präzise Vermessung einer kräftefreien Bewegung im Raum demonstrieren. Die Würfel bestehen aus einer speziellen Gold-Platin-Legierung, auf die keine magnetischen Kräfte wirken. Ein ausgeklügeltes Laserinterferometer misst die Positionen und die Ausrichtung der beiden Testmassen relativ zum Satelliten und zueinander mit bisher unerreichter Genauigkeit von etwa 10 Pikometern.

LISA Pathfinder kann selbst noch keine Gravitationswellen nachweisen, sondern soll die Funktionstüchtigkeit der dafür nötigen Technologie unter Beweis stellen. „Allerdings wird viel mehr getan als nur das Ganze anzuschalten und zu sagen: Jawohl, funktioniert!“, erklärt Karsten Danzmann vom MPI für Gravitationsphysik und Co-Principal Investigator für das LISA Pathfinder Technology Package. „LISA Pathfinder soll ein detailliertes Modell aller physikalischen Prozesse liefern, welche die Empfindlichkeit begrenzen“, sagt er.

### KURZGEFASST

#### ■ Neues Zentrum für MINT-Talente

In Hamburg entsteht das erste Schülerforschungszentrum in Norddeutschland. Die Gründungspartner stellen für den Bau der Werkstätten und Labore 4,8 Millionen Euro bereit. Die Bildungsbehörde Hamburgs finanziert zwei Lehrerstellen für die Projektbetreuung. Das neue Zentrum soll Anfang 2017 seine Pforten öffnen.

#### ■ Energiesysteme der Zukunft

Das Rückgrat jedes stabilen Energiesystems auf Basis erneuerbarer Energien sind flexibel befeuerbare Gaskraftwerke. Zu diesem Schluss kommen Experten von acatech, Leopoldina und Union der deutschen Akademien

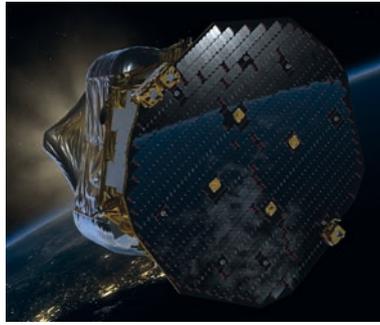
der Wissenschaften. Ein Vergleich von rund 130 Konstellationen zeigte, dass Gaskraftwerke die Schwankungen von Wind- und Sonnenenergie kosten- und CO<sub>2</sub>-neutral überbrücken könnten. Die Stellungnahme findet sich unter [www.acatech.de/flexibilitaetskonzepte-2050](http://www.acatech.de/flexibilitaetskonzepte-2050)

#### ■ Perspektiven für Flüchtlinge

Die Helmholtz-Gemeinschaft stellt eine Million Euro aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds des Präsidenten bereit, um Flüchtlingen eine Perspektive in der Wissenschaft zu bieten. Die Helmholtz-Zentren steuern eine ähnliche Summe bei, um bis zu 350 Menschen gemeinsam mit der Bundesagentur für Arbeit an den Zentren einzugliedern.

Dazu gehören die Eigengravitation, die Steifheit der elektrostatischen Aufhängung und der Einfluss winzigster Gasrestmengen innerhalb der Vakuumtanks („Radiometer-Effekt“).

Nach der Überprüfung aller Systeme soll die eigentliche Testphase in der ersten Jahreshälfte von 2016 stattfinden. Die Missionsdauer ist auf sechs Monate angesetzt, jeweils drei davon für das „LISA Technology Package“ sowie für das „Disturbance Reduction System“ der NASA, die eigentlich aus dem LISA-Projekt ausgestiegen war. Nun plant sie aber, wieder einzusteigen, was



LISA Pathfinder ist nun auf dem Weg zur endgültigen Umlaufbahn.

den Zeitplan beschleunigen könnte. „Derzeit ist der Start von eLISA für 2034 geplant. Der Starttermin ist vor allem durch den Mittelfluss

begrenzt, technisch wäre auch 2028 möglich“, sagt Karsten Danzmann.

Drei baugleiche Satelliten sollen dann in einer stabilen Dreiecksformation ein gigantisches Laserinterferometer im All mit einer Armlänge von einer Million Kilometer bilden. Damit lassen sich Gravitationswellen mit sehr niedrigen Frequenzen „hören“, wie sie etwa superschwere Schwarze Löcher aussenden. „LISA wird Geschichte schreiben, indem es ein völlig neues Beobachtungsfenster ins All aufstößt“, ist Karsten Danzmann überzeugt.

Alexander Pawlak

## ■ Gefangen im Magnetfeld

Im Fusionsexperiment Wendelstein 7-X wurde erstmals ein Heliumplasma erzeugt.

Am frühen Nachmittag des 10. Dezember war es soweit: Im Fusionsexperiment Wendelstein 7-X des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) wurde erstmals ein Plasma erzeugt. Damit fanden neun Jahre Bauzeit und ein Jahr technische Vorbereitung einen ersten Höhepunkt von einer Zehntelsekunde Dauer. Mit Wendelstein 7-X soll untersucht werden, wie Magnetfelder ein Wasserstoffplasma einfangen und bis zu 30 Minuten aufrechterhalten.<sup>1)</sup> In unserer Sonne laufen in einem solchen Plasma Fusionsreaktionen ab und setzen große Mengen an Energie frei. Auf der Erde allerdings müssen viele Komponenten aus Hochvakuum-, Hochspannungs- und Tieftemperaturtechnik perfekt zusammenspielen, um diese Bedingungen nachzustellen.<sup>2)</sup>

Als ersten Schritt prüften die Plasmaphysiker am IPP mit Helium, dass die etwa eine Milliarde Euro teure, von Bund, EU und Mecklenburg-Vorpommern finanzierte Anlage tatsächlich Plasmen einschließt. Das Heliumplasma erreichte eine Temperatur von etwa einer Million Grad, nachdem die Mikrowellenheizung dem Gas im Plasmagefäß etwa 1,3 Megawatt Leistung zugeführt hatte. „Wegen der höheren Ionisierungsener-



Das Plasmagefäß des Fusionsexperiments Wendelstein 7-X ist von 50 speziell

geformten, supraleitenden Magnetspuln umgeben.

gie des Heliums kann man ein Heliumplasma leichter auf höhere Temperaturen heizen“, verdeutlicht Sibylle Günter, Direktorin des IPP. Außerdem ist das Edelgas Helium weniger reaktionsfreudig als Wasserstoff. Daher ist es üblich, mit Heliumentladungen zu beginnen, um die Wände des Plasmagefäßes von Verunreinigungen zu befreien. Die Umstellung auf ein Wasserstoffplasma ist unproblematisch und innerhalb eines Tages möglich – geplant ist sie für diesen Monat. Zunächst entstehen Mischplasmen, doch nach einigen Entladungen liegt ein reines Wasserstoffplasma vor.

Damit ist das IPP weltweit das einzige Institut, das an seinen

Standorten Greifswald und Garching Fusionsexperimente beider Typen – Stellarator und Tokamak – betreibt. In beiden Aufbauten laufen die gleichen Fusionsreaktionen von Wasserstoff zu Helium ab. Der Unterschied besteht in den Magnetfeldern, die das Plasma einschließen.<sup>3)</sup> Im Tokamak sind sie rotationssymmetrisch, sodass die Geometrie der Magnetspuln einfach ist. Um das Plasma einzufangen, ist ein weiteres Feld nötig, das durch einen im Plasma fließenden Strom entsteht. Der Transformator, der diesen Strom induziert, muss regelmäßig entladen werden, sodass nur ein gepulster Betrieb möglich ist. Die Magnetfelder eines Stellarator

1) Näheres unter [www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/forschung/w7x/index](http://www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/forschung/w7x/index)

2) Physik Journal, Juli 2014, S. 6; März 2012, S. 26

3) F. Wagner, Auf den Wegen zum Fusionskraftwerk, Physik Journal, August/September 2009, S. 35