

## ■ LISA auf den rechten Pfad gebracht

Die Demonstrator-Mission für das geplante Gravitationswellen-Observatorium eLISA ist startklar.

Bis zum Nachweis von Gravitationswellen ist es ein langer Weg. Hoffnungen ruhen auf der von der europäischen Weltraumorganisation ESA geplanten Mission „evolved Laser Interferometer Space Antenna“ (eLISA), die aber erst ab 2034 die Beobachtung von niederfrequenten Gravitationswellen ermöglichen könnte. Den Weg dorthin soll der LISA-Pathfinder ebnen, der nun seine Reise von Europa zum Startplatz am europäischen Weltraumbahnhof in Kourou in Französisch-Guayana angetreten hat. Davor wurde er gründlichen Tests unterzogen, welche die Start- und Weltraumtauglichkeit der Sonde sicherstellen soll, etwa, dass sie die enormen Schallschwingungen während der ersten Sekunden nach Zündung der Raketentriebwerke beim Start unbeschadet übersteht.

In Kourou wird LISA-Pathfinder auf die europäische Vega-Rakete montiert, mit der er voraussichtlich Ende November abhebt. Die Mission soll im Weltraum wichtige Technologien für eLISA erproben, deren Funktions- und Leistungs-



Der LISA-Pathfinder in seiner Startkonfiguration. Der deutsche Beitrag der insgesamt 430 Millionen Euro teuren Path-

finder-Mission wird maßgeblich vom Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover sowie Airbus geleistet.

fähigkeit sich am Erdboden nicht oder nur eingeschränkt testen lässt.

LISA-Pathfinder trägt das rund 150 Kilogramm schwere LISA-Technologiepaket (LTP). Es besteht aus einem Laser-Interferometer, das die Abstandsänderungen zwischen zwei hochpräzisen, jeweils 1,96 Kilogramm schweren Testmassen aus einer Gold-Platin-Legierung misst. Zum Technologiepaket zäh-

len auch zwei verschiedene Mikrotriebwerke, die so klein sind, dass auf der Erde Tausend von ihnen nötig wären, um ein Blatt Papier anzuheben. Während der Mission werden diese Mikroantriebe, ein zweites Lageregelungssystem der NASA sowie verschiedene innovative Nutzlasttechnologien im Orbit erprobt.

Alexander Pawlak / DLR / Airbus

## USA

### Superkamera wird gebaut

Das Department of Energy hat grünes Licht für den Bau der 3,2-Gigapixel-Digitalkamera gegeben, die das „Auge“ des Large Synoptic Survey Telescope (LSST) sein wird.<sup>1)</sup> Diese rekordverdächtige Kamera hat die Größe eines Kleinwagens und wiegt drei Tonnen. Für ihre Montage wird am SLAC National Accelerator Laboratory in Stanford eigens ein knapp 200 Quadratmeter großes zweistöckiges Reinraumlabor eingerichtet. Am Brookhaven National Laboratory wird die „Netzhaut“ der Kamera zusammengebaut. Die gigantische Sensoranordnung hat einen Durchmesser von 64 Zentimetern und besteht aus 201 speziell angefer-

tigten CCD-Bildsensoren. Davon sind 189 für die Bildaufnahme und 12 für die Führung und Fokussierung der Kamera vorgesehen. Der Zusammenbau und das Testen der Kamera werden etwa fünf Jahre dauern. Mit dieser Superkamera ausgerüstet, wird das LSST auf dem Cerro Pachón in den Ausläufern der Nordchilenischen Anden ab 2022 den sichtbaren Sternhimmel zweimal in der Woche vollständig aufzeichnen. Ziel ist es, Milliarden von Sternen und Galaxien immer wieder zu fotografieren. Anhand der dabei zutage tretenden Helligkeitsveränderungen der Himmelsobjekte hoffen die Astronomen, Supernovaexplosionen sowie Gravitationslinsen aufzuspüren, aus denen sie u. a. Informationen über Dunkle

Materie gewinnen wollen. Anfang dieses Jahres war der 8,4 Meter große Hauptspiegel M1M3 des Teleskops nach acht Jahre dauerndem Schleifen und Polieren fertig geworden. Mitte April 2015 wurde auf dem Cerro Pachón der Grundstein für das LSST gelegt.

### Wind im Aufwind

In den USA ist die Nutzung der Windenergie<sup>2)</sup> nach einem „Durchhänger“ im Jahr 2013 wieder im Aufwärtstrend, wie eine Studie des Department of Energy (DOE) belegt.<sup>3)</sup> So hat die installierte Gesamtleistung der Windkraftanlagen in den USA 2014 um acht Prozent zugenommen und beläuft sich

1) Physik Journal, Oktober 2014, S. 14

2) Physik Journal, Oktober 2012, S. 13

3) <http://energy.gov/eere/wind/downloads/2014-wind-technologies-market-report>

4) <http://energy.gov/eere/wind/downloads/2014-distributed-wind-market-report>

5) [www.nsf.gov/statistics/2015/nsf15329](http://www.nsf.gov/statistics/2015/nsf15329)

jetzt auf 65,9 GW. Damit liegen die USA weltweit auf dem 2. Platz hinter China (114,8 GW) und vor Deutschland (39,2 GW).

Bei der Windenergieproduktion waren die USA dagegen auch 2014 weltweit führend. Inzwischen deckt die Windkraft knapp fünf Prozent des Bedarfs an elektrischer Energie in den USA. Den US-Markt für Windturbinen dominieren General Electric (60 Prozent), Siemens (26 Prozent) und das dänische Unternehmen Vestas (12 Prozent). In der US-Windindustrie gab es 2014 rund 73 000 Beschäftigte. Das sind 22 500 mehr als im Vorjahr. In der Energie- und Klimapolitik von Präsident Obama spielen erneuerbare Energien eine wichtige Rolle. Doch mit dem Ende seiner zweiten Amtszeit ist die Zukunft der Windenergie ungewiss, sodass sich viele Anlagenbauer mit langfristigen Investitionen zurückhalten. Bei den Windkraftwerken geht der Trend zu immer größeren, leistungsfähigeren Anlagen. So hatten die 2014 installierten Kraftwerke eine mittlere Leistung von 1,9 MW, eine Nabenhöhe von 83 Metern und einen Rotordurchmesser von ca. 100 Metern. Der Abgabepreis für Windenergie ist mit 23,5 Dollar/MWh so niedrig wie nie.

Wie sich der Markt der dezentral genutzten Windkraftanlagen entwickelt hat, untersucht ein weiterer DOE-Report.<sup>4)</sup> Inzwischen gibt es in den USA etwa 74 000 Windturbinen, die elektrische Energie in lokale Netze für Wohnhäuser, Farmen, Betriebe oder Gemeinden einspeisen. Sie hatten 2014 eine

Gesamtleistung von 906 MW (+7,5 Prozent gegenüber 2013) und versorgten rund 168 000 Haushalte.

## Mehr Industrieforschung

Für Forschung und Entwicklung (F&E) haben Unternehmen in den USA im Jahr 2013 knapp 323 Milliarden Dollar ausgegeben und damit 6,7 Prozent mehr als im Vorjahr. Aus eigenen Mitteln haben sie dazu 265 Milliarden Dollar (+7,1 Prozent) aufgewendet, während 58 Milliarden (+4,7 %) Fremdmittel waren, von denen 29 Milliarden (-4,1 %) aus staatlichen Quellen stammten. Das geht aus einer Studie der National Science Foundation hervor.<sup>5)</sup> Demnach gab die Computer- und Elektronikindustrie 2013 ein Zehntel (10,6 %) ihrer Umsatzerlöse für F&E aus und war damit unter den Branchen der verarbeitenden Industrie Spitzenreiter, dicht gefolgt von der Pharmaindustrie mit einer F&E-Quote von 10,3 Prozent. In deutlichem Abstand kamen Luft- und Raumfahrtindustrie (7,6 %), Maschinenbau (3,4 %) und Automobilindustrie (2,4 %). Bei den privaten F&E-Ausgaben in den jeweiligen US-Bundesstaaten ist Kalifornien unangefochtener Spitzenreiter mit 89,4 Milliarden Dollar – das ist mehr als ein Viertel dessen, was die gesamte US-Industrie für F&E ausgibt. Mit großem Abstand folgten Massachusetts (17,4 Milliarden), Michigan (15,9 Milliarden) und Texas (15,6 Milliarden).

Rainer Scharf

Ausgaben für F&E		
Industriezweig	Ausgaben in Mio. \$	Veränderung zu 2012 in %
Verarbeitende Industrie	221,5	+ 6,3
Computer & Elektronik	67,2	+ 3,2
Chemische Industrie	61,7	+ 7,9
Flug- und Fahrzeugbau	46,0	+ 8,7
Maschinenbau	12,7	- 11,2
Elektrik	4,1	+ 34,0
Sonstige	29,8	+ 1,0
Nichtverarbeitende Industrie	101,1	+ 7,8
Software & Information	57,2	+ 22,2
F&E-Dienstleister	31,0	- 9,6
Finanz & Versicherung	4,3	+ 22,9
Sonstige	8,5	- 7,6