



Andreas Werthmueller, 27. November 2015

Factsheet

LISA Pathfinder auf dem Weg ins Weltall

Vor 100 Jahren hat Albert Einstein in seinen theoretischen Arbeiten zur Relativitätstheorie die Existenz von Gravitationswellen vorausgesagt. Es wird erwartet, dass unser Physik-Verständnis mit der Beobachtung und Messung von Gravitationswellen einen gewaltigen Schritt vorwärts machen könnte. Der von der Europäischen Weltraumorganisation ESA gestartete Satellit LISA Pathfinder wird das Rätsel wohl noch nicht lösen. Es geht bei dieser Weltraummission vielmehr um die Bestätigung, dass wir heute technologisch in der Lage sind, Gravitationswellen zu messen. Nach einem erfolgreichen Start, der für den 2. Dezember 2015 geplant ist, sollen der Satellit beziehungsweise zwei im Satelliten freischwebende Massen über zwölf Monate hinweg zeigen, ob die von Physikern und Ingenieuren geplante und in Europa gebaute Technik die Untersuchung von Gravitationswellen zulässt. An Bord von LISA Pathfinder sind kleine, aber feine Beiträge der Schweizer Wissenschaft und Industrie. Diese sind sowohl für den eigentlichen Flugkörper als auch für die Nutzlast geleistet worden.

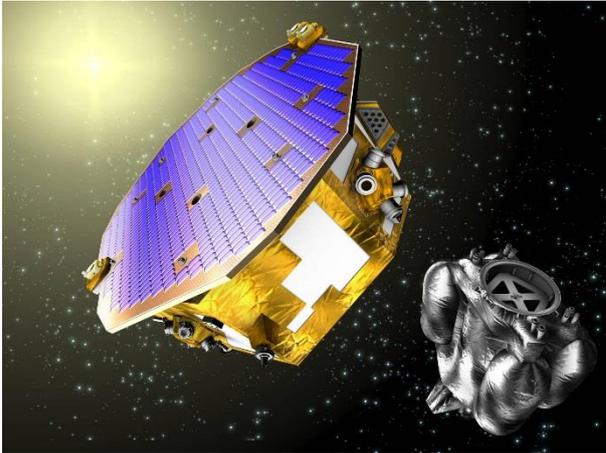
LISA Pathfinder (LPF)

Die Europäische Weltraumorganisation ESA und ihre Mitgliedstaaten entschieden sich bereits Ende 2000 zur Durchführung einer Testmission SMART-2. Aus SMART-2 wurde LISA Pathfinder, weil man diese Mission auch zur Vorbereitung einer späteren Mission mit dem Namen Laser Interferometry Space Antenna (LISA) nutzen wollte. Mit dem Bau des Satelliten wurde EADS Astrium in Friedrichshafen, heute eine Einheit von Airbus DS, beauftragt. Obwohl verantwortlich für die Lieferung des voll integrierten und startbereiten Satelliten, hat EADS, auch aufgrund von ESA-Vorgaben, ein Industriekonsortium zusammengestellt, um Design, Entwicklung und Bau sicherzustellen. Die ursprüngliche Zeitplanung zeigte sich aufgrund der hoch gesteckten Technologieziele als zu optimistisch. Anstatt 2008 soll LISA Pathfinder nun aber am 2. Dezember 2015 vom Europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana abheben. Der Satellit soll dann in einer zwölfmonatigen Messphase zeigen, ob die hohen Erwartungen erfüllt werden können und man die Planung des eigentlichen Wissenschaftssatelliten LISA in Angriff nehmen kann, oder ob die Beobachtung von Gravitationswellen weiterhin verwehrt ist.

Missionsdaten und technische Parameter von LISA Pathfinder:

Geplanter Start:	2. Dezember 2015 Kourou, Französisch-Guayana
Trägerrakete:	Vega
Orbit:	Halobahn um den Lagrange-Punkt L1 von Sonne/Erde, Abstand von der Erde etwa 1,5 Millionen km
Nominelle Missionsdauer:	12 Monate, davon 6 Monate im "Drag-free"-Betrieb

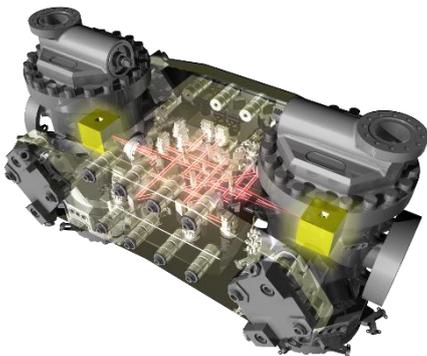
Masse der Sonde:	475 kg Nutzlastmodul/1900 kg Startmasse
Äußere Abmessungen der Sonde (Nutzlastmodul):	2,1 m x 1 m
Masse des Technologietestgeräts (LTP):	140 kg
Abmessungen des LTP:	64 cm x 38 cm x 38 cm
Elektrische Leistungsaufnahme:	typischerweise 150 W
Telemetrierate der Sonde:	1,7 kbit/s (X-Band)



Der Satellit LISA Pathfinder zeichnerisch dargestellt. Gezeigt wird die Missionsphase kurz nach der Abtrennung des Satelliten von der letzten Raketenstufe (silberfarbener Flugkörper unten rechts im Bild). (Bild: ESA)

Die Technik von LPF

LISA Pathfinder misst den Abstand zweier Referenzkörper (etwa 40 cm) innerhalb des Satelliten. Damit besteht die Nutzlast aus einem 64x38x38 cm grossen und 150 Kilogramm schweren Technologietestgerät (LTP), welches mit diversen Mess-, Steuerungs- und Kontrollsystemen bestückt ist. Es enthält ebenfalls zwei Vakuumbehälter mit jeweils einer würfelförmigen Testmasse aus einer Gold-Platin-Legierung von 46 mm Kantenlänge. Während die Testmassen beim Start und Transport erheblichen Vibrationen ausgesetzt sind, sollen sie in der Messphase frei und in einem Abstand von etwa 40 cm zueinander schweben. Mit Laser-Technologie wird der Abstand, oder besser die Veränderung desselben, gemessen. Zur Lenkung und Verarbeitung des Laserlichts werden unter anderem auch Glasfasern verwendet. Um die Messung nicht zu stark zu stören, werden zur exakten Lageregelung des Satelliten neuartige, sehr schwache Ionentriebwerke, also elektrische Triebwerke verwendet, deren Schubkraft von 0,1 bis 150 μ N variiert werden kann.



Die wissenschaftliche Nutzlast mit den beiden Gold-Platin-Würfeln, die im Weltraum frei schwebend auf den Gravitationswellen reiten sollen. Mit einem hochpräzisen Laser-Messsystem werden die durch die Wellen verursachten Bewegungen der Würfel gegeneinander gemessen. (Bild: ESA).

Einsteins Vermächtnis: Die Wissenschaft hinter LPF

Gravitationswellen gehören zu den wenigen von der Allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagten Phänomenen, die bislang nicht direkt nachgewiesen werden konnten. Die erste zweifelsfreie Messung wäre somit eine weitere Bestätigung von Einsteins Theorie und eine mögliche Widerlegung anderer, irreführender Erklärungsansätze in der modernen Physik. Gleichzeitig enthalten Gravitationswellen Informationen über Vorgänge im Kosmos, die man auf keine andere Art und Weise erhalten kann. Gravitationswellen werden zwar von allen beschleunigt bewegten Körpern ausgesandt, aber die Chance, sie nachzuweisen, besteht nur bei den energiereichsten Vorgängen im Kosmos. Mit der Messung von Gravitationswellen, energiereichen Gammastrahlen und Neutrinos öffnen Astrophysiker neue „Fenster zum All“, die ihnen Einblicke in bislang unerforschte Gebiete gewähren. Am Ende stehen vielleicht Antworten auf die Fragen nach der Natur der Dunklen Materie und Dunklen Energie, letztlich also nach den Grundlagen der Physik und unserem Verständnis derselben.

Schweizer Technologie mit an Bord

Die Mission LISA Pathfinder zeigt einmal mehr, dass die Schweiz auch in der Raumfahrt fähig ist, an vorderster Front mitzuhalten. Die aus der Schweiz kommenden Beiträge, Dienstleistungen, Komponenten und Systeme findet man sowohl auf der Rakete und dem Satelliten als auch auf der Nutzlast. Die Vernetzung der Raumfahrtakteure auf Schweizer Niveau ist ebenfalls bemerkenswert: Mit APCO, der ETH Zürich, der Fachhochschule Wallis, RUAG Space und der Universität Zürich tauschen sich Industrieunternehmen, Universitäten, Eidgenössische Technische Hochschulen und Fachhochschulen aus und stärken mit ihren Kompetenzen und Erfahrungen sowohl ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit wie auch die der Projektpartner. Um die Herausforderungen der Raumfahrt erfolgreich meistern zu können, ist Wissens-, Können- und Technologietransfer denn auch oberste Maxime. Und ähnlich wie in der Geschichte vom CERN und dem Internet kommt es immer wieder vor, dass in einem hoch technologischen Umfeld Entwicklungen entstehen, die gegebenenfalls auch in anderen, alltäglichen Anwendungsbereichen interessant und damit marktfähig sind – auch für den Standort Schweiz.

Schweizer Beiträge

Seitens der Schweizer Forschung und Industrie hat sich namentlich RUAG Space Schweiz beteiligt. Ihr Beitrag umfasst unter anderem die Kohlefaserstruktur des Wissenschaftsmoduls. Weiter lieferte RUAG Space hochsensible Kommunikations- und Messelektronik sowie das Separationssystem, welches dafür sorgt, dass der Satellit nach dem Start von der Rakete getrennt wird. An der sicheren und zuverlässigen Handhabung des Satelliten im Bodenbereich beteiligte sich APCO-Technologie in Aigle. Die ETH Zürich und die Universität Zürich haben die wissenschaftliche Begleitung sowie das übergeordnete Projektmanagement geleistet. Die Fachhochschule Wallis schliesslich hat die komplexen analogen Elektroniksysteme geprüft.

Weiterführende Internetlinks

<http://sci.esa.int/lisa-pathfinder/>

http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/07/Inside_LISA_Pathfinder

<http://sci.esa.int/lisa-pathfinder/49592-industrial-team/>

<http://www.seg.ethz.ch/research/aerospace-electronics-and-instruments.html>

http://www.hevs.ch/media/document/0/brochure_isi_2013_fr_light-3.pdf

<http://www.ruag.com/space/ruag-space-switzerland/>

<http://www.apco-technologies.ch/space.php>

<http://www.arianespace.com/news-press-release/2015/11-25-2015-VV06-launch-announcement.asp>



Weitere Auskünfte:

Andreas Werthmueller

Wissenschaftlicher Berater

Weltraumwissenschaften und Instrumente

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI, Abteilung Raumfahrt

Einsteinstrasse 2, CH-3003 Bern

Tel. +41 58 483 35 95

Fax +41 58 464 96 14

andreas.werthmueller @sbfi.admin.ch

www.sbfi.admin.ch