

## **Planeten, Sterne, fremde Galaxien: Die Erforschung des Weltraums im Wissenschaftsprogramm der ESA**

Das Wissenschaftsprogramm der ESA kann zu Recht als deren Flaggschiff bezeichnet werden. Es ist das größte Programm der ESA, an dem sich alle Mitgliedstaaten beteiligen. 24 Missionen wurden während der 30-jährigen Geschichte der ESA erfolgreich auf ihren Weg ins All geschickt. Innerhalb des Wissenschaftsprogramms werden Missionen zur Erforschung des Sonnensystems, zur Astronomie und zur Untersuchung der physikalischen Grundgesetze durchgeführt. Intensiv hat sich die ESA mit europäischen Wissenschaftlern über das neue Programm Cosmic Vision beraten, das derzeit für die Jahre 2015 bis 2025 erstellt wird. An der Finanzierung sind die Mitgliedstaaten der ESA gemäß ihrer Wirtschaftskraft (Bruttosozialproduktschlüssel) beteiligt. Der deutsche Anteil wird ab 2006 21,85 Prozent betragen. Er lag früher auch schon einmal bei maximalen 25 Prozent.

## **Anspruchsvolle Eckpfeiler-Missionen**

Im Wissenschaftsprogramm gibt es so genannte Eckpfeiler-Missionen, mit denen besonders spannende Forschungsfragen beantwortet werden sollen. Hier geht es etwa um die Vorgänge in unserem Zentralgestirn, der Sonne, oder um aufwendige Weltraumastronomie. Diese Missionen stellen daher generell auch technologisch schwierige Anforderungen. Zur deren Lösung werden teilweise spezielle Vorbereitungsmissionen entwickelt. Dies geschieht etwa für LISA. Diese Mission soll die Allgemeine Relativitätstheorie von Albert Einstein in der Praxis bestätigen. Die Vorlaufmission LISA-Pathfinder wird hierfür zunächst Grundlagen in der Messtechnik und im hochpräzisen Formationsflug von Satelliten schaffen.

Neben den großen Missionen gibt es auch kleinere für spezifische Fragestellungen. Hierzu zählt etwa Smart-1, der mit einem experimentellen elektrischen Ionenantrieb derzeit seine Kreise um den Mond zieht und auf der Suche nach Eis faszinierende Aufnahmen zur Erde schickt.

## **Große Erfolge für die europäische Weltraumforschung**

Das Wissenschaftsprogramm kann auf eine ausgesprochen erfolgreiche Vergangenheit zurückblicken. Bisher hat es, bis auf den Verlust von Cluster durch das Versagen der Startrakete Ariane 5 im Jahr 1996, keinen Fehlschlag gegeben. Selbst der Verlust der vier Clustersatelliten zur Erforschung der solar-terrestrischen Beziehungen wurde durch einen Nachbau ausgeglichen. Derzeit befinden sich acht Missionen im Einsatz – verstreut über 1.400 Millionen Kilometer zwischen Saturn und Venus.

Das Wissenschaftsprogramm der ESA ist eng mit den nationalen Vorhaben der Mitgliedstaaten verzahnt. In der Regel baut nämlich die ESA die Satelliten und führt deren Start und Betrieb durch. Die Mitgliedsländer dagegen finanzieren aus ihren nationalen Programmen die Nutzlasten und die wissenschaftliche Auswertung der gewonnenen Daten.

In Deutschland wird die Datenauswertung von den wissenschaftlichen Instituten finanziert, die sich auch mit erheblichen Mitteln an Entwicklung und Bau der Instrumente beteiligen. Diese Arbeitsteilung garantiert die enge Einbindung der Nutzer und damit letztlich die wissenschaftliche Qualität des Programms.

### **ESA-Wissenschaftsprogramm – 70 bis 80 Prozent für die Industrie**

Dies ist auch der Grund dafür, dass – anders als es der Namen vermuten lässt – 70 bis 80 Prozent der Mittel des ESA-Wissenschaftsprogramms an die Industrie fließen, etwa in Aufträge für den Bau von Satelliten oder die Beschaffung von Trägerraketen. Die langfristig stabile Finanzierung des Wissenschaftsprogramms sichert eine gewisse Grundauslastung der Industrie. Sie kann dort grundlegende Kompetenzen entwickeln und erhalten, weshalb das Programm auch die Wettbewerbsfähigkeit in anderen kommerziellen Märkten unterstützt.

Die deutsche Industrie war bis 2004 im Wettbewerb um Aufträge der ESA so erfolgreich, dass der Rückfluss von ESA-Geldern nach Deutschland größer als die gezahlten deutschen Beiträge war. Auch für die Zukunft sind deutsche Firmen gut positioniert, so dass weiterhin ein hoher Mittelrückfluss erwartet wird. Dabei nimmt die deutsche Industrie neben anspruchsvollen technologischen Aufgaben häufig die Gesamtverantwortung für Entwicklung und Bau des Raumfahrzeugs wahr.

### **Laufende Kernmissionen (Auswahl)**

#### ***Auf der Suche nach neuen Welten – XMM-Newton***

- Start: 10. Dezember 1999 (Ariane 5)
- Betriebsphase: derzeit beschlossen bis 2010
- Startmasse: 3.800 kg

Das Röntgenobservatorium XMM-Newton ist eine Eckpfeiler-Mission. XMM-Newton ist der größte Wissenschaftssatellit, den die ESA bisher gebaut hat. Das Weltraumteleskop steht in der Tradition der in den 1990er Jahren von Deutschland und Großbritannien durchgeführten Mission zur Röntgenastronomie, ROSAT. Dementsprechend waren deutsche Wissenschaftler führend an der Realisierung des neuen Projekts beteiligt. Deutschland hat eine der Röntgenkameras für XMM bereitgestellt und war an der Entwicklung des Röntgenspiegels führend beteiligt. Das Datenauswertungszentrum befindet sich am Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik in Garching. Die Firma EADS Astrium in Friedrichshafen war industrieller Hauptauftragnehmer zum Bau des Satelliten. Da die Erdatmosphäre die Röntgenstrahlen absorbiert, kann man astronomische Beobachtungen in diesem Spektralbereich nur vom Weltraum aus machen. Untersucht werden Quellen niederenergetischer Röntgenstrahlung wie beispielsweise Schwarze Löcher,

Neutronensterne und Galaxienhaufen. Obwohl nun schon fast sechs Jahre in Betrieb, übersteigt die Nachfrage die verfügbare Beobachtungszeit um den Faktor sieben.

(weitere Informationen unter:

[http://www.dlr.de/rd/fachprog/extraterrestrik/XMM/XMM-Newton\\_ge.html](http://www.dlr.de/rd/fachprog/extraterrestrik/XMM/XMM-Newton_ge.html))

### ***Auf der Suche nach Wasser und Lebensspuren – Mars Express***

- Start: 2. Juni 2003 (Soyuz/Fregat)
- Betriebsphase: bis 2007
- Startmasse: 1.223 kg

Mars Express wurde als Ersatz für die gescheiterte russische Mission Mars 96 ins Programm aufgenommen. Mars Express soll Beiträge zur Beantwortung grundlegender Fragen zur Geologie, Atmosphäre, Entwicklung der Wasservorkommen und zur Möglichkeit für die Entwicklung von Leben auf dem Mars leisten. Der wichtigste deutsche Beitrag zu dieser Mission ist die Hochauflösende Stereo Kamera (HRSC), die unter Leitung von Prof. Neukum am Berliner DLR-Institut entwickelt wurde. Die Kamera kann aus einem Orbit von 250 Kilometern Höhe Objekte von circa 10 Metern Größe auf der Marsoberfläche auflösen.

(weitere Informationen unter: <http://www.dlr.de/mars>)

### ***Auf der Suche nach dem Ursprung des Lebens – Rosetta***

- Start: 2. März 2004 (Ariane 5G+)
- Betriebsphase: bis 2015
- Startmasse 3.000 kg

Die Kometensonde Rosetta wurde 1993 als Eckpfeiler-Mission ausgewählt. Ihr Ziel ist der Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko, den sie nach einer "Reisezeit" von circa 10 Jahren erreichen wird. Nach Einschwenken in eine Umlaufbahn wird die Sonde den Komet auf seiner Bahn zur Sonne begleiten. Dabei soll Rosetta die mit der Annäherung an die Sonne immer stärker werdende Schweifbildung des Kometen beobachten. Zusätzlich wird die Sonde zum ersten Mal einen Lander kontrolliert auf einem Komet absetzen.

An Rosetta ist Deutschland stark beteiligt. Zum einen wurde der Lander unter der Leitung des DLR Instituts für Raumsimulation in Köln gebaut. Zum anderen haben zahlreiche Wissenschaftler entscheidenden Beiträge zu den Instrumenten der Sonde und des Landers geleistet.

(weitere Informationen unter: <http://www.dlr.de/DLR-Rosetta>)

## **Künftige Kernmissionen**

### ***Auf der Suche nach kalten Objekten und neuen Sternen – Herschel***

- Start: 2007 (Ariane 5)
- Betriebsphase 3 Jahre (+1 Jahr optionale Verlängerung)
- Startmasse: 3.300 kg

Die Eckpfeiler-Mission Herschel wird mit seinem 3,5 Meter großen Hauptspiegel das bis dahin größte je gebaute Weltraumteleskop sein. Da Herschel im fernen infrarotem Spektrum des Lichts beobachtet, müssen die Instrumente bis nahe an den absoluten Nullpunkt gekühlt werden. Dazu befinden sie sich in einem großen Helium-Kryostaten, der unter Leitung der Firma EADS-Astrium in Deutschland gebaut wurde. Mit der Führung des PACS-Instrumentes (Photodetector Array Camera and Spectrometer) und wesentlichen Beiträgen zum HIFI Instrument (Heterodyne Instrument for the Far Infrared) ist Deutschland auch stark an der Ausstattung der Mission mit wissenschaftlichen Instrumenten beteiligt.

Im Infrarotbereich lassen sich vor allem "kalte" Objekte im Universum wie Gas- und Staubwolken, in denen neue Sterne entstehen, oder Staubscheiben, in denen sich Planetensysteme bilden, untersuchen. Objekte im frühen Universum sind aufgrund der Rotverschiebung, die durch das Auseinanderdriften der Galaxien entsteht, ebenfalls im Infrarot sichtbar. Als ein Hauptziel wird Herschel untersuchen, wie sich die ersten Galaxien im Universum bildeten und weiterentwickelten.

(weitere Informationen unter: [http://www.esa.int/esaSC/120390\\_index\\_0\\_m.html](http://www.esa.int/esaSC/120390_index_0_m.html))

### ***Breite x Höhe x Tiefe: Dreidimensionale Raumvermessung der Milchstraße – GAIA***

- Start: 2011 (Soyuz/Fregat)
- Betriebsphase : 5 Jahre
- Masse: 2.000 kg

GAIA vermisst die Position, Eigenbewegung und Leuchtkraft von etwa ein Milliarde Sternen der Milchstraße. Dies entspricht etwa ein Prozent aller Sterne in unserer Galaxis. Aus diesen Daten wird dann eine dreidimensionale Karte der Milchstraße erstellt. Sie wird eine extrem wichtige Grundlage für viele Gebiete der Astrophysik sein. Quasi nebenbei erwartet man die Entdeckung von zehntausenden extrasolarer Planetensystemen, eine Übersicht über kleine Körper im Sonnensystem, Galaxien im nahen Universum und Daten über eine halbe Million weit entfernter Quasare. Weiterhin erhält man durch diese Mission eine Reihe von Überprüfungen der Allgemeinen Relativitätstheorie und der Kosmologie.

Abweichend von der üblichen Arbeitsteilung baut die ESA nicht nur den Satelliten sondern auch die wissenschaftlichen Experimente. Dafür finanzieren die Mitgliedsstaaten bei GAIA die extrem aufwändige Datenreduktion. Anders als bei den üblichen Astronomiemissionen

müssen hier alle Beobachtungen gleichzeitig ausgewertet werden. Erst das Gesamtergebnis kann dann als Grundlage weiterer wissenschaftlicher Arbeiten genutzt werden.

(weitere Informationen unter: [http://www.esa.int/esaSC/120377\\_index\\_0\\_m.html](http://www.esa.int/esaSC/120377_index_0_m.html))

### ***Doppelmission zum heißen Merkur – BepiColombo***

- Start: 2013 (Soyuz/Fregat)
- Betriebsphase: 1 Jahr im Merkur Orbit
- Startmasse: 1.500 kg

Die Mission BepiColombo zum sonnennächsten Planeten Merkur wird in Kooperation mit Japan durchgeführt. Die Mission besteht aus zwei Sonden, von denen die europäische hauptsächlich die Planetenoberfläche und den inneren Aufbau des Merkur analysiert, während die japanische Untersuchungen zur Magnetosphäre des Planeten durchführt. Die besondere Herausforderung bei BepiColombo ist die große Nähe zur Sonne. Der Satellit und die wissenschaftlichen Instrumente müssen daher für die hohe Temperatur und die große Strahlungsbelastung ausgelegt sein. Deutschland ist mit drei Forscherteams wesentlich an der Entwicklung der wissenschaftlichen Instrumenten beteiligt.

(weitere Informationen unter: [http://www.esa.int/esaSC/120391\\_index\\_0\\_m.html](http://www.esa.int/esaSC/120391_index_0_m.html))

### ***Verzerrungen der Raumzeit auf der Spur – fliegendes Dreiergespann***

#### ***LISA-Pathfinder / LISA***

- Start: 2009 / 2015 (Rockot / DeltaIV)
- Betriebsphase: 1 Jahr / 5 Jahre
- Startmasse: 1.900kg / 1.400 kg

LISA dient der Beobachtung von Gravitationswellen, die gemäß der Allgemeinen Relativitätstheorie entstehen, wenn große Massen beschleunigt werden. Gravitationswellen sind kleine Verzerrungen der Raumzeit, die sich in winzigen Abstandsänderungen von beschleunigungsfreien Referenzpunkten bemerkbar machen. Die LISA-Mission besteht aus drei Satelliten, die ein gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von 5 Millionen Kilometern bilden. Um die extrem kleinen Änderungen im Abstand der beschleunigungsfreien Referenzpunkte (Testmassen) in den Satelliten nachzuweisen, muss man ihn mit Hilfe von Laserinterferometern mit einer Genauigkeit von 10 Pikometern (1/50.000 der Lichtwellenlänge) bestimmen. Der Satellit muss den Testmassen, die sich frei im Satellit bewegen, mit einer Genauigkeit von 10 Nanometern folgen (1/50 der Lichtwellenlänge).

Um diese extremen Anforderungen an die Lageregelung und die Beschleunigungsfreiheit erfüllen zu können, wird die Vorbereitungsmission LISA-Pathfinder durchgeführt.

LISA ist als gemeinsame Mission mit der NASA geplant. In Europa spielt Deutschland dabei sowohl wissenschaftlich (Prof. Danzmann, AEI Hannover) als auch industriell (Astrium Friedrichshafen) eine führende Rolle.

(weitere Informationen unter: [http://www.dlr.de/rd/fachprog/extraterrestrik/LISA\\_PF](http://www.dlr.de/rd/fachprog/extraterrestrik/LISA_PF))

### ***Unserem Lebensstern auf der Spur – Solar Orbiter***

- Start: Mai 2015 (Soyuz/Fregat)
- Betriebsphase : 3 Jahre (+2,5 Jahre Verlängerung)
- Startmasse: 1.345 kg

Die Sonnenmission Solar Orbiter wurde 2000 ausgewählt. Sie stellt den nächsten Schritt in der Sonnenforschung dar, in der Deutschland traditionell eine hervorgehobene Position einnimmt. Um die Sonne "näher" zu untersuchen nähert sich die Sonde ihre bis auf 45 Sonnenradien oder 30 Millionen Kilometer (etwa 1/5 der Entfernung Sonne - Erde). Damit wird Solar Orbiter wesentlich näher an die Sonne herankommen, als die deutsch-amerikanische Helios Sonde, die diesen Rekord seit der Mitte der siebziger Jahre innehat. Dabei muss Solar Orbiter der Teilchenstrahlung solarer Ausbrüche, dem so genannten Sonnenwind, und der enormen elektromagnetischen Strahlung widerstehen. Dann aber werden Bilder mit bisher einzigartiger Auflösung möglich. Zusammen mit spektroskopischen Untersuchungen werden sie wesentliche Beiträge zum weiteren Verständnis der Vorgänge liefern, die in unserer Sonne stattfinden.

### **Ansprechpartner:**

**Dr. Niklas Reinke**  
**DLR Press- und Öffentlichkeitsarbeit**  
**Tel: 0228 / 447 394**  
**Fax: 0228 / 447 386**  
**Mobil: 0174 / 1955 114**  
**E-mail: [Niklas.Reinke@dlr.de](mailto:Niklas.Reinke@dlr.de)**

**Dr. Thomas Galinski**  
**DLR Raumfahrt-Agentur, Leiter Extraterrestrik**  
**Tel: 0228 / 447 349**  
**Fax: 0228 / 447 745**  
**E-mail: [Thomas.Galinski@dlr.de](mailto:Thomas.Galinski@dlr.de)**