

## **ASTROLAB – Thomas Reiter als erster Deutscher auf der Internationalen Raumstation ISS**

### **Erster Langzeitaufenthalt eines Westeuropäers auf der ISS**

Der deutsche ESA-Astronaut Thomas Reiter ist der erste Europäer, der sich zu einem Langzeitaufenthalt auf die Internationale Raumstation ISS begibt. Gleichzeitig ist er der erste Deutsche, der die ISS besucht. Reiter startet im Juli mit dem amerikanischen Space Shuttle Discovery (STS-121) zu seiner gut sechs Monate dauernden Mission. Im April 2001 startete der Italiener Umberto Guidoni als erster Europäer mit einem Space Shuttle zur Internationalen Raumstation. Ihm folgten bis heute sieben weitere Missionen europäischer Astronauten von durchschnittlich zehntägiger Dauer. Die Langzeit-Mission von Thomas Reiter stellt insofern einen wichtigen europäischen Meilenstein in der Nutzung der ISS dar:

### ***Erstmals wird ein Europäer Mitglied der ISS Expedition Crew***

Zwei Tage nach der Ankunft auf der ISS übernimmt Reiter seine Aufgabe als zweiter Flugingenieur der Expedition 13 und 14 Crew. Seine Tätigkeiten umfassen unter anderem: Kontrolle und Wartung der Raumstation, Überwachung der Umwelt- und Lebenserhaltungssysteme, Gesundheit und Sicherheit der Crew, Außenbordaktivitäten (EVA, so genannte „Weltraumspaziergänge“) und Logistikhandling der Progress-Transporter.

### ***Erstes europäisches Programm für Langzeitforschung auf der ISS***

Reiter wird rund 30 wissenschaftliche und technologische Experimente an Bord der ISS durchführen. Acht Experimente kommen hierbei aus Deutschland, an weiteren sind deutsche Forscher beteiligt. Es ist das erste Mal, dass europäische Wissenschaftler ein auf die Möglichkeiten der ISS ausgerichtetes, umfangreiches Experiment-Programm erstellen und über eine längere Zeit lang durchführen können. Hierzu zählt auch die Installation und Inbetriebnahme von drei eigens für die ISS entwickelten Forschungseinrichtungen. Bisherige europäische Experimente wurden von amerikanischen oder russischen Astronauten betrieben oder von ESA-Astronauten auf nur wenige Tage langen Taxi-Missionen zur ISS durchgeführt. Nun aber kann erstmals intensiv wie in einem irdischen Labor mit unterschiedlichen Versuchsreihen und Parametervariationen geforscht werden.

### ***Rückkehr zur Drei-Mann-Besatzung der ISS***

Seit dem Absturz der amerikanischen Raumfähre Columbia am 1. Februar 2003 war die Besatzung der ISS auf zwei Astronauten begrenzt worden. Mit der Mission ASTROLAB verrichten erstmals wieder drei Astronauten ihren Dienst im All, was insbesondere der Forschung auf der ISS zu Gute kommt.

### Expedition Crew 13

Kommandant	Pavel Vinogradov (RUS)
1. Flugingenieur	Jeffrey N. Williams (USA)
2. Flugingenieur	Thomas Reiter (D)

### Expedition Crew 14

Kommandant	Michael Lopez-Alegria (USA)
1. Flugingenieur	Michail Tjurin (RUS)
2. Flugingenieur	Thomas Reiter (D) / Sunita Williams (USA)

## ***Erste Langzeitmission für das Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen***

Bezüglich der Bodeneinrichtungen stellt die Mission ASTROLAB die erste Mission dar, bei der ein europäisches Kontrollzentrum für eine astronautische Langzeitmission verantwortlich ist. ASTROLAB wird vom DLR im Auftrag der ESA vom Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen aus gelenkt. Von hier aus werden die Tätigkeiten von Thomas Reiter koordiniert und beobachtet. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit den Missionskontrollzentren in Houston und Moskau sowie dem Europäischen Astronauten Zentrum in Köln sowie diversen Nutzungszentren in Europa. Durch ASTROLAB erhält Europa wichtige Erfahrungen in der Durchführung astronautischer Langzeitmissionen und bereitet sich auf die Missionsführung des europäischen Forschungslabors COLUMBUS vor, das 2007 an die ISS angekoppelt werden soll.

Die Mission ASTROLAB wird aus dem laufenden Haushalt der ESA finanziert. Zusätzlich beteiligt sich Deutschland mit weiteren 2,2 Millionen Euro an der Mission. ASTROLAB läuft im Rahmen einer europäisch-russischen Vereinbarung, die den Flug des ESA-Astronauten auf einem ursprünglich russischen Kosmonautenplatz regelt. Diese Vereinbarung erfolgte in trilateralem Einverständnis zwischen ESA, Roscosmos und NASA.

## **Die Internationale Raumstation ISS – Forschung in der Schwerelosigkeit im gemeinsamen Weltraum-Labor**

16 Nationen betreiben derzeit ein gemeinsames Großforschungslabor im Weltall, die Internationale Raumstation ISS. Es ist das größte wissenschaftlich-technische Projekt in der Geschichte der Menschheit. Es beweist, dass eine friedliche internationale Nutzung des Weltraums zum Vorteil aller Partner möglich und sinnvoll ist. Daran haben auch die zeitlichen Verzögerungen und technischen Probleme nichts geändert. Im Gegenteil: Das ambitionierte Projekt wird mit großem Engagement fortgeführt. Seit dem „Erstbezug“ am 2. November 2000 forschen Astronauten auf der ISS, darunter auch mit exzellenten Experimenten aus Deutschland. ISS-Partner sind die USA, Russland, Mitgliedstaaten der ESA, Kanada und Japan.

## **Für Deutschland ist die Raumstation Gegenwart und Zukunft zugleich**

Deutsche Wissenschaftler sind seit Beginn der wissenschaftlichen Nutzung der Raumstation im Jahr 2001 mit von der Partie. Sie haben seither bereits 17 Experimente/Experimentserien auf der ISS durchgeführt. Diese dienen insbesondere der Untersuchung des menschlichen Gleichgewichtssystems, der Züchtung von Proteinkristallen, der Grundlagenphysik (Plasmaforschung) und strahlenbiologischen Fragestellungen. Von diesen 17 Experimenten laufen einige (Serienexperimente) derzeit noch auf der ISS, andere sind bereits abgeschlossen.

So konnten zum Beispiel im Bereich Proteinkristallisation insgesamt sieben Experimente mit deutscher Federführung zwischen Mai 2001 und Juni 2002 sowohl im amerikanischen als auch im russischen Teil der ISS abgeschlossen werden. Ebenfalls abgeschlossen ist das Strahlendosimetrie-Experiment DOSMAP des DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, das von April bis Juni 2001 in Kooperation mit der Universität Kiel erfolgreich im US-Teil der ISS durchgeführt wurde.

Herausragende Bedeutung kommt dem so genannten „Plasmakristall-Experiment“ des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik in Garching zu, das von März 2001 bis Sommer 2005 in deutsch-russischer Zusammenarbeit auf der Raumstation lief. Es war weltweit das erste naturwissenschaftliche ISS-Experiment und lieferte zahlreiche neue, zum Teil völlig überraschende Ergebnisse und Erkenntnisse auf dem hochaktuellen, innovativen Gebiet der komplexen Plasmen. Genau genommen handelt es sich dabei weniger um ein einzelnes „Experiment“ als vielmehr um ein längerfristig angelegtes Programm zur Erforschung dreidimensionaler staubiger Plasmen („Plasmakristalle“), einem bis vor wenigen Jahren unbekanntem neuen Materiezustand. Bei der Astrolabmission werden diese Untersuchungen mit der neuen Anlage „PK-3 Plus“ um das hochaktuelle Gebiet der Phasenübergänge in komplexen Plasmen erweitert.

Weitere fast 100 Experimente sind ausgewählt und befinden sich in der Vorbereitung.

## **Der deutsche ESA-Astronaut Thomas Reiter**

Thomas Reiter wurde am 23. Mai 1958 in Frankfurt/Main geboren, ist verheiratet und hat zwei Söhne. Seine Hobbys sind Fechten, Badminton, Kochen und Gitarre spielen.

### *Ausbildung*

Thomas Reiter ist Diplomingenieur der Luft- und Raumfahrttechnik und Offizier der Luftwaffe. 1977 erlangte er am Goethe-Gymnasium in Neu-Isenburg das Abitur, schloss im Dezember 1982 sein Studium der Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität der Bundeswehr in Neubiberg ab und absolvierte im Dezember 1992 die Empire Test Pilots School (ETPS) in Boscombe Down, England.

### *Berufserfahrung*

Nach Abschluss der Ausbildung zum Jet-Piloten auf der amerikanischen Luftwaffenbasis Sheppard in Texas war Thomas Reiter im Jagdbombergeschwader 43 in Oldenburg stationiert, wo er auf Flugzeugen des Typs Alpha Jet flog. Dort wirkte er an der Entwicklung eines rechnergestützten Flugplanungssystems mit und war in der Funktion als Flugeinsatzoffizier und stellvertretender Staffelchef eingesetzt. Nach Absolvierung der Ausbildung zum Testpiloten 2. Klasse bei der Flugerprobungsstelle in Manching im Jahre 1990 wurde Reiter im darauf folgenden Jahr in verschiedenen Flugerprobungsprojekten eingesetzt. 1992 durchlief er die Ausbildung zum Testpiloten 1. Klasse an der englischen Testpilotenschule ETPS in Boscombe Down. Seine Flugerfahrung beläuft sich auf mehr als 2000 Stunden auf über 15 verschiedenen Typen von militärischen Kampfflugzeugen.

Darüber hinaus arbeitete Thomas Reiter bei der Europäischen Weltraumorganisation ESA im Entwicklungsteam für ein bemanntes Raumfahrzeug (Hermes) mit.

1992 wurde er in das im Europäischen Astronautenzentrum (EAC) in Köln ansässige Astronautenkorps der ESA berufen. Nach Abschluss der Grundausbildung erfolgte seine Auswahl für die Mission Euromir 95. Die entsprechende Ausbildung hierfür begann im August 1993 in Swjjosdny Gorodok ("Sternenstädtchen") in der Nähe von Moskau. Hier wurde er für den Einsatz an Bord der Raumstation MIR als Bordingenieur-, für Außenbordeinsätze im freien Weltraum- sowie für die Bedienung der Soyuz-Kapsel ausgebildet. Das Training des wissenschaftlichen Programms der Mission Euromir 95 wurde hauptsächlich unter Federführung des EACs durchgeführt.

Im März 1995 wurde er zum Bordingenieur für die Mission Euromir 95 nominiert, der mit 179 Tagen bis dahin längsten bemannten Weltraummission der ESA (3. September 1995 bis 29. Februar 1996). Im Rahmen dieser Mission führte er zwei Außenbordeinsätze (EVAs) durch.

Zwischen Oktober 1996 und Juli 1997 absolvierte Reiter die Ausbildung für das Rendezvous und Andocken an die Raumstation sowie für die Rückkehr aus Orbit zur Erde mit dem Raumfahrzeug Soyuz-TM.

Ihm wurde das russische Zertifikat als 'Soyuz Return Commander' verliehen, welches ihn dazu berechtigt, eine Soyuz-Kapsel mit drei Besatzungsmitgliedern während ihrer Rückkehr aus dem Weltraum zu steuern.

Von September 1997 bis März 1999 war Reiter als Kommandeur der Fliegenden Gruppe eines Tornado-Jagdbombergeschwaders zur Deutschen Luftwaffe abkommandiert.

Nach seiner Rückkehr zur ESA unterstützte er das ATV-Team, arbeitete an dem Robotikprojekt „ERA“ mit und setzte von Juni 1999 bis März 2000 im russischen Kosmonautenausbildungszentrum im "Sternenstädtchen" sein Training für die russischen Segmente der Internationalen Raumstation fort. Von September 2001 bis September 2004 arbeitete Thomas Reiter im „Columbus“ Projektteam an der Vorbereitung des europäischen Forschungsmoduls.

Seit April 2001 bereitet sich Thomas Reiter im Rahmen mehrerer ISS-Trainingsphasen auf seinen Einsatz für die erste europäische Langzeitmission zur Internationalen Raumstation vor. Die Mission ASTROLAB wird etwa 6 Monate dauern. 30 Tage nach seiner Ankunft wird Reiter der Westeuropäer mit der längsten Aufenthaltszeit im Weltraum sein. Den westeuropäischen Rekord hält bislang der Franzose Jean-Pierre Haigneré mit 209 Tagen. Nach seiner Mission wird Reiter einer der wenigen Astronauten bzw. Kosmonauten weltweit sein, der kumuliert über ein Jahr im Weltraum verbrachte. Sein Rückflug ist mit dem Space Shuttle Flug STS-116 im Dezember 2006 geplant.

Reiters Backup ist der französische ESA-Astronaut Léopold Eyharts.

## **Deutsche Experimente auf ASTROLAB**

Die Nutzung der Internationalen Raumstation durch deutsche Wissenschaftler begann bereits im März 2001. Bis heute konnten bei bisher zwölf Expeditionen und Aufenthalten von zusätzlichen Astronauten und Kosmonauten während der Versorgungsflüge mit dem amerikanischen Space Shuttle und den russischen Soyuz Kapseln insgesamt 17 deutsche Experimente bzw. Experimentserien erfolgreich durchgeführt werden, neue kommen mit der Mission ASTROLAB an Bord.

### ***Lebenswissenschaften - Humanphysiologie***

#### Hormonelle und immunologische Veränderungen von Astronauten während und nach Weltraumflügen - IMMUNO

Koordinator: A. Chouker (LMU München)

Es ist seit langem bekannt, dass das Immunsystem von Astronauten durch den Weltraumaufenthalt beeinträchtigt wird. Die genauen Ursachen und Mechanismen sind jedoch weitgehend unbekannt. Vielfältige Stressfaktoren, wie Isolation, Arbeitsbelastung und Störungen des Schlafrhythmus gehören wahrscheinlich zu den Auslösern. Aber auch die besonderen Bedingungen des Weltraums wie Schwerelosigkeit und Strahlung tragen zu dieser Beeinträchtigung bei. Mit vergleichbaren Problemen des Immunsystems haben Schwerkranke auf der Erde zu kämpfen. In beiden Fällen muss einerseits eine ausreichende Abwehrkraft zum Schutz vor Krankheitskeimen vorhanden sein, andererseits darf das Immunsystem auch nicht überbeansprucht werden.

Mit umfangreichen biochemischen Analysen, ergänzt durch psychologische Tests, untersuchen Wissenschaftler der LMU München die Veränderungen des Immunsystems der ISS Langzeit-Crews. Aus Vergleichen mit Isolations- und Bettruhestudien erwarten sie Aufschlüsse über die Rolle der einzelnen Faktoren sowie über den Mechanismus der Immunabwehr. Dies ist die Voraussetzung für die Entwicklung neuer vorbeugender oder therapeutischer Maßnahmen für Astronauten und Schwerkranke in der Intensivmedizin.

#### Orientierung des Menschen im Raum während längerer Schwerelosigkeit - ETD

Koordinator: A. Clarke (Charité Berlin)

Die Probleme der Bewegungskrankheit, auch Kinetose genannt, bestehen aus einer Reihe von Symptomen, wie etwa Hautblässe, kaltem Schweißausbruch, Übelkeit und Erbrechen. Zusätzlich stellt sich oft ein Gefühl von Lethargie und Müdigkeit ein. Diese Phänomene treten häufig bei Schiffsreisen auf und werden daher auch als See- oder Reisekrankheit bezeichnet. Bei Astronauten, bei denen gleiche Symptome aufgrund von veränderten Schwerkraftbedingungen auftreten können, spricht man von Raumkrankheit.

Die heutzutage allgemein anerkannte Ursache für die Kinetose ist dabei ein sensorischer Konflikt, bei dem vorwiegend zwei verschiedene Systeme des Körpers "konkurrieren". Da ist einerseits der Gleichgewichtssinn (vestibuläres System im Innenohr), der zu jeder Zeit die Orientierung des Kopfes zur Schwerkraft erfasst, und andererseits das visuelle, optische System.

Liefern uns die beiden Systeme widersprüchliche Informationen, kann es zu einem sensorischen Konflikt kommen. So übermittelt das visuelle System beispielsweise in der Schwerelosigkeit die gleichen Informationen wie bisher, während das Gleichgewichtsorgan keine Reizung über unsere gewohnte Ausrichtung zur Schwerkraft erfährt.

Eine angemessene Behandlung beziehungsweise Vermeidung der Kinetose ist ein noch immer ungelöstes Problem. Zwar ist es möglich, gewisse Symptome teilweise durch Medikamente zu unterdrücken, eine Lösung stellt dies jedoch nicht dar.

Zur Untersuchung des Gleichgewichtssystems werden auf der ISS Messungen der Augenbewegungen mit dem für die ISS neu entwickelten 3D ETD (Eye Tracking Device) vorgenommen. Die Forscher lernen hierdurch die Vorgänge, die zu einer Kinetose führen können, genauer zu verstehen, um sowohl im Weltraum als auch im klinischen Alltag bessere Diagnose- und Therapiemöglichkeiten von Gleichgewichts- und Bewegungsstörungen einsetzen zu können.

Inzwischen wird das Eye-Tracking-Device in verschiedenen kommerziellen Ausgestaltungen von zwei Firmenausgründungen in Berlin erfolgreich vermarktet. Die Anwendungen sind höchst unterschiedlich. Sie reichen von der Feststellung der Müdigkeit von LKW- und Busfahrern über die Verlaufskontrolle bei der Laser-Hornhautabtragung zur Behandlung von Kurzsichtigkeit und zur Diagnose einer Vielzahl von neurologischen Erkrankungen, etwa auch von Schwindel, bis hin zur Verfolgung der Kopf- und Augenbewegung von Probanden bei der Werbewirkungsforschung.

### ***Lebenswissenschaften - Strahlungsbiologie***

Ein Phantom auf der ISS – Matroshka: Messung der Weltraumstrahlung und ihrer Wirkung  
Koordinator: G. Reitz (DLR Köln)

Anderthalb Jahre lang befand sich ein Phantom an der Außenwand der Internationalen Raumstation ISS. Jetzt leistet es der Besatzung in der Station Gesellschaft: Hierbei handelt es sich jedoch nicht um eine besondere Art von Weltraum-Spuk, sondern um ein ernsthaftes Experiment namens Matroshka zur Messung der Strahlenbelastung innerhalb und außerhalb der ISS. In Wirklichkeit ist das "Phantom" eine Spezialpuppe. Entwickelt und gebaut wurde die Experimentalanlage vom DLR.

Durch die Messung der Strahlendosis, die auf die Astronauten inner- und außerhalb der ISS einwirkt, lassen sich die Risiken kosmischer Strahlung für den menschlichen Körper einschätzen. Die Erkenntnisse aus diesem Experiment könnten dazu beitragen, Gegenmaßnahmen zu entwickeln, die einen geeigneten Schutz gegen die kosmische Strahlung darstellen.

Die "Phantompuppe" selbst – mit Kopf und Oberkörper – ähnelt einem menschlichen Torso. Innerhalb der Puppe befinden sich an über 800 Positionen, unter anderem auch in verschiedenen simulierten menschlichen Organen, aktive und passive Strahlungsdetektoren. Diese Sensoren haben bereits wertvolle Daten geliefert, die jetzt von den beteiligten Wissenschaftlern ausgewertet werden. Um die Schutzwirkung des Raumanzugs zu simulieren, umgab die Puppe während ihres Aufenthalts außerhalb der ISS ein Behälter aus Kohlefaser.

(weitere Informationen unter: [http://www.dlr.de/dlr/News/pi\\_031105\\_matroshka.html](http://www.dlr.de/dlr/News/pi_031105_matroshka.html))

#### Strahlenbelastung von Astronauten - CHROMOSOME-2 Koordinator: C. Johannes (U Essen)

Langzeitaufenthalte des Menschen im Weltraum können aufgrund der Weltraumstrahlung zu erhöhten Mutationsraten von Chromosomen führen. Dies ist letztendlich ein Indiz für ein erhöhtes Krebsrisiko. Die bisherigen Ergebnisse von ISS-Astronauten und Kosmonauten zeigen in der Tat eine signifikante Erhöhung der Mutationsrate für die Langzeitbesatzung, während für die Kurzzeitcrews keine Veränderungen festgestellt wurden. Nachfluguntersuchungen der Blutproben ergeben Hinweise auf effektive Reparaturmechanismen, so dass das Strahlenrisiko für die Astronauten akzeptabel ist.

Mit Hilfe neuer Methoden wollen die Wissenschaftler von der Universität Essen genauere Erkenntnisse über die Mutationen auslösende (mutagene) Strahlenbelastung von ISS-Astronauten gewinnen. Hierzu werden die Chromosomen von bestimmten Abwehrzellen im Blut der Astronauten auf Veränderungen untersucht. Diese Methodik findet auf der Erde bereits Anwendung zur Erfassung der mutagenen Belastung durch Umweltgifte beim Menschen.

### **Physik**

#### Erstes wissenschaftliches Experiment auf der ISS kam und kommt aus Deutschland - PKE-3 Plus: Phasenübergänge in Plasma-Kristallen Koordinator: G. Morfill (Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching)

Das DLR ist mit wegweisender Forschung seit Beginn an auf der ISS vertreten. Tatsächlich war es ein deutsches Experiment, das im Februar 2001 die naturwissenschaftliche Forschung

auf der Raumstation einleitete und bis heute in deutsch-russischer Kooperation laufend fortentwickelt durchgeführt wird.

Das Plasma-Kristall Experiment beschäftigt sich mit der Untersuchung von Niedertemperatur-Plasmen. In einem ionisierten Gas (Plasma), das aus freien Elektronen, Ionen und neutralem Gas besteht, führt das Einfügen von kleinen Partikeln zu deren elektrostatischer Aufladung und in Folge zu Wechselwirkungen untereinander. Unter bestimmten Bedingungen platzieren sich diese Partikel geometrisch in Form eines Kristalls, dem Plasma-Kristall. Dieser Materiezustand wurde erst 1994 entdeckt.

Für ein gewöhnliches Plasma ist die Schwerkraft von untergeordneter Bedeutung. Aufgrund der hundert Milliarden mal größeren Masse der eingebrachten Mikropartikel im Vergleich zu Elektronen und Ionen reagiert ein Komplexes Plasma jedoch empfindlich auf Schwerkraft durch Ablagerung der Partikel: Der Plasma-Kristall wird vertikal gestaucht und ist auf wenige Gitterebenen begrenzt. Nur unter Schwerelosigkeit können große dreidimensionale Strukturen ungestört erforscht werden. Hierbei interessieren die Wissenschaftler vor allem die autonom in den Plasma-Kristallen vorgehenden Abläufe, die nur unter Schwerelosigkeit untersucht werden können.

Mit PKE-3 Plus wird die wissenschaftlich-technische Erprobung und Nutzung der in Deutschland weiterentwickelten Apparatur fortgesetzt, die sich seit Januar 2006 an Bord der ISS befindet. Das Experiment „Phasenübergänge in komplexen Plasmen“ wird in mehreren Experimentläufen durchgeführt. Dabei wird Thomas Reiter die Apparatur PK-3 Plus betriebsbereit machen, den automatischen Ablauf starten und gelegentlich auf einem Bildschirm die Vorgänge in der Plasmakammer kontrollieren. In Abstimmung mit den Wissenschaftlern am Boden können manuelle Eingriffe, falls notwendig oder äußerst vielversprechend, im Experimentablauf vorgenommen werden. Alle Messdaten werden automatisch gespeichert und in Form von wechselbaren Festplatten durch den Astronauten zur Auswertung am Boden zurückgeführt.

Komplexe Plasmen sind in der Natur weit verbreitet. Sie treten etwa in interstellaren Molekülwolken, planetaren Ringsystemen wie beim Saturn oder in Kometenschweiften auf. In der Plasmatechnologie sind sie häufig als störende "staubige" Plasmen anzutreffen. Neben der Bedeutung für die Grundlagenforschung in der Flüssigkeits-, Festkörper- und Astrophysik zeichnen sich für Komplexe Plasmen langfristig auch praktische Anwendungen ab, etwa zur Beschichtung von elektronischen Mikrochips, bei der Fertigung von Solarzellen und Flachbildschirmen, in der Plasma-Medizin oder Biotechnologie.

(weitere Informationen unter: <http://www.dlr.de/rd/fachprog/fuw/projects/pke>)

## ***Industrie und Technologie***

Physiologische Untersuchung der Haut im Weltraum - SKIN  
Koordinator: Dr. M. Massow, ISS Lab Ruhr GmbH

Investigatoren: DermaTronnier, Courage + Khazake electronic GmbH

Aus bisherigen Beobachtungen der menschlichen Haut unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit ist bekannt, dass diese stärker austrocknet und dünner wird. Dies legt die Vermutung nahe, dass eine „Alterung“ der Haut quasi im Zeitraffer erfolgt. Die Erforschung der Alterungsprozesse der Haut und die Entwicklung möglicher Gegenmaßnahmen sind ein Schwerpunkt in der dermatologischen und kosmetischen Industrie.

In diesem Zusammenhang möchte das beteiligte Industrie-Konsortium aus NRW systematisch verschiedene Werte der Haut mit Hilfe moderner äußerlich angewendeter Messverfahren erfassen. Damit wird es möglich sein, die Anpassung der Haut an die veränderten Bedingungen der Schwerelosigkeit bzw. deren erneute Anpassung nach der Rückkehr auf die Erde detailliert zu charakterisieren. Das Konsortium erhofft sich daraus generelle Rückschlüsse auf Alterungsprozesse der Haut und damit neue Ansätze zur Entwicklung von effektiven Gegenmaßnahmen.

### ***Neues, innovatives Funksystem für die Erde ISS: GTS***

Global Transmission Services (GTS) ist ein zukünftiges System zur Übertragung von Funksignalen von der Internationalen Raumstation (ISS). Es wird im Rahmen eines Pilotexperimentes erprobt und soll bald darauf als neue Dienstleistung angeboten werden. GTS ist das erste kommerzielle Experiment auf der neuen Raumstation. Das neue System arbeitet mit Hilfe eines Computersystems und Senders an Bord der ISS. Es wird direkt von einem eigenen Bodensteuerzentrum kontrolliert. Im Steuerzentrum erfolgt die Überwachung und Aufarbeitung der gesendeten Daten, die dann vom Sender im All abgestrahlt werden.

Im Vergleich zu anderen Satelliten fliegt die ISS auf einer sehr niedrigen Flughöhe von etwa 400 Kilometer bei einer hohen Bahnneigung gegenüber dem Äquator von 51,6 Grad. Damit kann jeder Ort der Erde innerhalb der Breitengrade 70 Grad Nord und 70 Grad Süd per Funk fünf bis sieben Mal pro Tag erreicht werden. GTS soll es in Zukunft ermöglichen, kommerzielle Datenpakete weltweit an beliebige mobile Miniaturempfänger zu verteilen. Hierzu gehören unter anderem Globale Funkuhrsynchronisation, Personenrufdienste (Paging), Diebstahlsicherungen für Kraftfahrzeuge, Scheckkarten oder Mobiltelefone, Autorückruf und -notruf, Remote controlling, Container Verfolgung und Flotten Management. Das System arbeitet zum Schutz der Daten mit einer spezifischen Verschlüsselungstechnik (kryptographische Modulation).

Durch die Miniaturisierung des Empfängers wird es in Zukunft möglich sein, auch kleinere Gegenstände wie Uhren, Funktelefone, elektronische Fahrzeugschlüssel und Chipkarten vor Missbrauch zu schützen. Im Experiment soll erprobt werden, ob außerdem bei Diebstahl die Position dieser oder größerer hochwertiger mobiler Geräte (Container, Lkw-Auflieger) zumindest grob bis auf einige hundert Meter bestimmt werden kann. Dies wäre bei einer

Sendeleistung von einigen 100 mW vom Miniaturempfänger mit einem Rückkanal zur Raumstation möglich.

Die erste Aktivierung der Sender und der Empfang der Zeitdaten mit der eigenen Bodenstation erfolgten im März 2002. Die erste Experimentierphase wurde im Dezember 2004 abgeschlossen und die während dieser Zeit gemessenen wissenschaftlichen Daten wurden verwendet, um die Sendesignale zu optimieren und um einen volldigitalen Empfänger zu entwickeln, der den Dekoderalgorithmus direkt in Hardware ausführt.

Für die zweite Experimentierphase wurde die Modulation der Sender, die rein in Software erzeugt wird, so angepasst, dass auf der ISS entstehende Signalverluste zumindest teilweise kompensiert werden. Zusätzlich wird die bisherige Ersatzelektronik durch Aktualisierung einzelner Komponenten auf den neuesten Stand der Technik gebracht und an Bord der ISS zum Einsatz kommen. Nach Austausch der Elektronik im Herbst 2005 durch die ISS-Besatzung geht das System in einen semi-kommerziellen Betrieb über, die Betreibergesellschaft wird gegründet und die Bodenempfänger werden weiter miniaturisiert. Parallel zur Fertigstellung der ISS kann dann der volle Betrieb aufgenommen werden.

### ***Schulexperiment***

#### Oil Emulsion in Space

Koordinatorin: Y. Nini (DLR Raumfahrt-Agentur, Bonn)

Im Rahmen dieses Experimentes sollen Unterstufenschüler zum ersten Mal eine wissenschaftliche Hypothese bilden. Hierzu führen Thomas Reiter im Weltraum und die Lehrer und Schüler auf der Erde ein gleichartiges Experiment durchführen – einmal in Schwerelosigkeit, einmal unter dem Einfluss der Schwerkraft. Das Experiment basiert auf einer Wasser-in-Öl-Emulsion in einem durchsichtigen und abgedichteten Behälter.

Astronaut sowie Schüler schütteln den Behälter, bis sich Öl und Wasser entsprechend vermischt haben. Zunächst beobachten die Schüler hierbei, wie unter dem Einfluss der Schwerkraft die Mischung und Entmischung von Wasser und Öl stattfindet. Daraufhin bilden sie ihre Hypothese, wie der Vorgang unter Schwerelosigkeit abläuft. Die Auflösung erfolgt später im Kinder- und Jugendprogramm des Zweiten Deutschen Fernsehens (ZDF), wo Thomas Reiter zeigen wird, was unter Schwerelosigkeit passiert. Nach einer gewissen Ruhezeit der Mischung beider Flüssigkeiten werden die verschiedenen Grade der Entmischung (Segregation) sichtbar. Die unterschiedlichen Ergebnisse beim Verhalten dieser beiden Flüssigkeiten – jeweils im All und auf der Erde – sind die Basis für Unterrichtseinheiten zum Thema Phänomenologie oder im Fach Physik zu Themen wie z. B. Auftrieb, Dichte, (und – für die älteren Schüler – auch Viskosität, Oberflächenspannung, Benetzungsverhalten u. a.).

Für die Durchführung der dazugehörigen Lerneinheiten wird für die Lehrkräfte Begleitmaterial erstellt, das modular aufgebaute Lerneinheiten bietet, mit denen das

Experiment im Unterricht eingeführt und begleitet werden kann. Für die Schüler stehen ebenfalls als Begleitmaterial Seiten im Internet, die ihre Neugier und ihr Interesse wecken sollen, indem sie ihnen zusätzliche Hintergrundinformationen liefern. Anhand dieses Versuchs sollen den Schülern vor allem auch die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens nahe gebracht werden: Genauigkeit und sorgfältige Dokumentation beim Aufbau eines Experiments, die Bildung von Hypothesen und deren Begründung und letztlich vor allem der Vergleich des erzielten Ergebnisses mit der eigenen aufgestellten Hypothese aber auch die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen.

Gerade die Vermittlung der „vier B“ – Beobachtung eines Vorgangs, dessen genaue und detaillierte Beschreibung, die Bildung einer Hypothese sowie deren Begründung – ist der Raumfahrt-Agentur des DLR ein wichtiges Anliegen. Durch das Experiment soll zudem eine positiv prägende Erfahrung verknüpft werden: Forschung ist spannend und Forschung ist Zukunft.

*Übersicht über die Anzahl Experimente auf der Mission ASTROLAB*

Disziplin:	Experimente:	D-Experimente <sup>(*)</sup> :
<b>Life Sciences</b>	13	4
<b>Physik</b> (Fundamental~)	1	1
<b>Schul-Experimente</b>	7	1
<b>Kommerzielle Experimente, Technologie-Demonstration</b>	4	2
<b>Inbetriebnahmen von neuer Hardware</b>	3	0
<b>NASA-Experimente</b>	2	0
<b>Summe:</b>	30	8

<sup>(\*)</sup> nur Experimente mit deutschem Koordinator; zusätzlich sind dt. Wissenschaftler an anderen Experimenten als Co-Investigator beteiligt.

***Weiterhin aus Deutschland an Bord der ISS:***

ROKVISS - Der intelligente Roboter

Das deutsche Technologie-Experiment ROKVISS (RObotik-Komponenten-Verifikation auf der ISS) dient dem Test von hoch integrierten, modularen Roboter-Komponenten unter den Bedingungen des freien Weltraums. Gleichzeitig werden verschiedene neue Kontrollverfahren, sowohl im automatischen wie auch im so genannten Tele-Präsenz-Betrieb, demonstriert. Entwickelt wurde ROKVISS vom DLR im Oberpfaffenhofener Institut für Robotik und Mechatronik sowie der deutschen Industrie (EADS Space Transportation, Kayser-Threde, von Hoerner & Sulger). Nach dem Start am 24. Dezember 2004 wurde der Roboterarm im Februar 2005 an der Außenwand der ISS installiert. Dort wird das Experiment nun rund zwei Jahre lang betrieben – gesteuert nicht von den Astronauten an Bord, sondern von einem Experimentcomputer im Inneren der ISS beziehungsweise direkt von den Forschern auf der Erde. Die Mission wird in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrtagentur ROSKOSMOS und der russischen Firma RKK Energia durchgeführt.

Das Hauptziel des Experimentes ist der Entwurf neuer komplexer Roboter für Servicearbeiten im freien Weltraum. Die Weiterführung der Arbeiten und der Einsatz der Systeme ist im Rahmen von On-Orbit Service-Missionen geplant.

(weitere Informationen unter: [http://www.dlr.de/rd/fachprog/rfs/rokviss\\_ge.html](http://www.dlr.de/rd/fachprog/rfs/rokviss_ge.html))

## **Forschung unter Weltraumbedingungen**

Die Schwerkraft oder Gravitation ist auf der Erde allgegenwärtig. Alle physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge laufen auf der Erde unter dieser Bedingung ab. Häufig spielt die Schwerkraft eine unübersehbare Rolle: alles fällt zu Boden, Wasser fließt ins Tal und bei Naturkatastrophen stürzen Häuser ein. Bei vielen Vorgängen in Natur und Technik ist der Einfluss der Schwerkraft jedoch nicht unmittelbar zu erkennen. Die Schwerkraft ist aber auch hier von grundsätzlicher Bedeutung.

Im Programm „Forschung unter Weltraumbedingungen“ wird der Einfluss der Schwerkraft auf die verschiedenen Vorgänge untersucht. Weltraumbedingungen bedeuten insbesondere Schwerelosigkeit. Hier können neue Erkenntnisse in Wissenschaft und Technologie gewonnen und dann in innovative Anwendungen für die Menschen auf der Erde umgesetzt werden.

Als immer konstante Größe hat die Gravitation maßgeblich die Evolution beeinflusst: Schwerkraft und Leben sind auf unserem Planeten seit vier Milliarden Jahren untrennbar miteinander verbunden. Deshalb ergibt sich für grundlegende Forschungsfelder der Bedarf, unter Weltraumbedingungen zu forschen. Dies gilt für die Medizin, Biologie, Physik und die Materialwissenschaften. Mit der Forschung unter Weltraumbedingungen werden vier Ziele verfolgt:

- Erforschung grundlegender Lebensfunktionen
- Entwicklung neuer Diagnostikmethoden und Therapien in der Medizin
- Erweiterung der Horizonte in der Physik

- Innovative Materialforschung

#### *Erforschung grundlegender Lebensfunktionen*

Da das Leben auf der Erde unter dem Einfluss der Schwerkraft abläuft, lassen sich viele Funktionen des Lebens nur in Schwerelosigkeit erforschen. Dabei lässt sich beobachten, wie Organismen reagieren und wie biologische Vorgänge unter diesen Bedingungen ablaufen. Im Rückschluss können daraus Folgen auf die Vorgänge bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von Schwerkraft vom Einzeller bis zum Menschen gezogen werden. Derartige Erkenntnisse sind von großer Bedeutung für die Grundlagenforschung. Sie helfen die Entstehung, Verbreitung und Entwicklung des Lebens auf unserem Heimatplaneten besser zu verstehen.

#### *Neue Diagnostikmethoden und Therapien für die Medizin*

Die Untersuchungen sind außerdem von herausragendem Interesse für die Medizin und Biotechnologie. Sie liefern neue Erkenntnisse über das Zusammenspiel der verschiedenen Systeme des menschlichen Körpers, etwa der Muskeln und Knochen, des Herzes und Kreislaufs sowie des Immunsystems. Dieses Wissen fließt in die Diagnostik und Therapie kranker Menschen ein. So konnten durch die Forschung unter Weltraumbedingungen neuartige Therapien für die Behandlung von Osteoporose entwickelt werden oder Instrumente zur Messung des Augeninnendrucks.

#### *Erweiterung der Horizonte in der Physik*

Unter Weltraumbedingungen lässt sich neues Wissen für die Grundlagenforschung gewinnen. Dies trifft etwa bei so genannten Plasmakristallen zu. Aufgrund der Schwerkraft lassen sich diese auf der Erde nur zweidimensional erzeugen. Unter Weltraumbedingungen können die Forscher auch dreidimensionale Kristalle untersuchen. Neben der Bedeutung für die Grundlagenforschung zeichnen sich hierfür langfristig auch praktische Anwendungen ab, etwa zur Beschichtung von elektronischen Mikrochips. Weitere Beispiele für die Grundlagenforschung sind die Erkundung gewisser Quantenphänomene oder die Erforschung von Frühphasen der Planetenentstehung.

#### *Innovative Materialforschung*

Metallische und halbleitende Werkstoffe werden überwiegend aus dem flüssigen Zustand mittels schmelztechnischer Verfahren hergestellt. Schwerelosigkeit bietet durch das Ausschalten von Störkräften in der Schmelze entscheidende Vorteile, um die Wechselbeziehung zwischen Erstarrungsbedingungen, Werkstoffgefüge und den Eigenschaften eines Werkstoffs aufzuklären. Weiterhin lassen sich durch behälterfreie Verfahren in Schwerelosigkeit wichtige schmelzflüssige Eigenschaften wie zum Beispiel Oberflächenspannung und Zähigkeit wesentlich genauer bestimmen als in irdischen Labors. Solch präzise Daten sind wichtig für möglichst realitätsnahe Computersimulationen. Diese

gewinnen in der Industrie stetig an Bedeutung und ermöglichen eine effiziente, energie- und damit umweltschonende Entwicklung neuer Werkstoffe.

### ***Das Programm der DLR Raumfahrt-Agentur***

In dem Programm „Forschung unter Weltraumbedingungen“ unterstützt die Raumfahrt-Agentur im DLR deutsche Wissenschaftler, damit sie diesen und ähnlichen Fragen nachgehen können. Das DLR fördert hierbei Biologen, Mediziner, Physiker und Materialwissenschaftler aus Universitäten, Max-Planck-Instituten und anderen Forschungseinrichtungen.

Zudem werden mit Hilfe des DLR speziell für den Einsatz im Weltraum notwendige Geräte von der Raumfahrtindustrie entwickelt. Hieraus ergeben sich nicht selten innovative Technologien auch für die Anwendung auf der Erde. So trugen Ergebnisse aus Weltraumexperimenten dazu bei, Gussverfahren im Automobil- und Flugzeugbau zu verbessern.

Um den Einfluss des Faktors Schwerkraft untersuchen zu können, muss man die Größe dieses Faktors verändern. In Zentrifugen lässt sich über die Fliehkraft die lokale Beschleunigung verändern, was letztlich einer Variation der lokalen Schwerkraft entspricht. Schwerelosigkeit lässt sich im freien Fall realisieren und kann auf der Erde nur für kurze Zeit erreicht werden. Auf Raumstationen und Satelliten lassen sich hingegen naturwissenschaftliche Phänomene längere Zeit in Schwerelosigkeit untersuchen.

Je nach der für ein Experiment benötigten Zeitdauer bietet das DLR den Wissenschaftlern die entsprechenden Fluggelegenheiten. Für automatisch ablaufende Versuche stehen

- der Fallturm in Bremen (5 bis 9 Sekunden Schwerelosigkeit),
- die Forschungsraketen TEXUS (6 Minuten) und MAXUS (12 Minuten) sowie
- russische Forschungssatelliten wie FOTON (mehrere Wochen)

zur Verfügung.

Wissenschaftler und Astronauten können auf

- Parabelflügen (bis zu 31 mal 22 Sekunden pro Flugtag) und
- der Internationale Raumstation ISS (mehrere Monate bis Jahre) experimentieren.

## **Ausbauprojekt ISS**

### ***Der gegenwärtige Status des ISS-Aufbaus***

Der erste Flug des amerikanischen Space Shuttles nach dem Unglück der Columbia am 1. Februar 2003 fand vom 26. Juli bis zum 9. August 2005 statt. Die Mission verlief insgesamt erfolgreich, jedoch lösten sich trotz intensiver vorhergehender Überarbeitung des externen Shuttle-Tanks erneut Stücke des Isolationsschaums. Um die Probleme dauerhaft zu beseitigen verschob die NASA daraufhin den nächsten Flug des Space Shuttles auf Juli 2006.

Bis zur Außerdienststellung der Shuttles im Jahr 2010 plant die NASA derzeit 18 Flüge zur ISS sowie eine Wartungsmission zum Hubble Weltraumteleskop. Dabei sollen die dem Aufbau der ISS dienenden Flüge mit Priorität durchgeführt werden. So warten beispielsweise das europäische Weltraumlabor COLUMBUS, das japanische Experiment-Modul JEM und zwei Verbindungselemente auf ihren Start ins All. Nach dem Andocken des Verbindungselements 3, das zusätzliche Schlaf- und Wohnmöglichkeiten bietet, wird die Besatzung auf permanent sechs Astronauten verstärkt werden können. Dies wird etwa 2009 erfolgen.

Nicht später als 2014 soll das neue amerikanische Crew Exploration Vehicle (CEV), welches das Space Shuttle ablösen wird, auch für den Transport von Astronauten zur ISS zur Verfügung stehen.

### ***Großer deutscher Anteil – Das europäische Forschungslabor COLUMBUS und mehr***

Columbus ist ein Mehrzwecklabor für die multidisziplinäre Forschung unter Schwerelosigkeit. Es ist 6,9 Meter lang und hat einen Durchmesser von 4,5 Metern. Forschungsgebiete werden die Material- und Lebenswissenschaften, die Flüssigkeitsforschung und die Entwicklung neuer Technologien sein. Für die Zukunft wird auch die industrielle, kommerzielle Nutzung des Labors angestrebt. Das Labor wird der Hauptarbeitsplatz für die europäischen Astronauten sein. An der Außenwand des Labors bieten Plattformen Möglichkeiten für Experimente, die dem freien Weltraum ausgesetzt sind. Der Betrieb des Labors wird vom europäischen Columbus Kontrollzentrum innerhalb des deutschen Raumfahrtkontrollzentrums des DLR in Oberpfaffenhofen geleitet.

Als Hauptauftragnehmer für COLUMBUS führt EADS Space Transportation in Bremen ein Konsortium von 41 Unternehmen aus 14 Ländern an, das für die Entwicklung, Fertigung, Integration und die Tests verantwortlich ist. Der Festpreisvertrag für die Entwicklung von COLUMBUS wurde im März 1996 unterzeichnet. Die Gesamtkosten für das Modul betragen einschließlich der Testeinrichtungen 880 Millionen Euro. Hiervon fielen etwa 450 Millionen Euro für die deutsche Industrie an.

COLUMBUS startete am 28.5.2006 mit einem Beluga-Airbus zum Kennedy Space Center und steht nun für den Transport zur ISS bereit. Alle aufgrund des verzögerten Aufbaus notwendig gewordenen technischen Nachbesserungen und Systemtests wurden bereits erfolgreich abgeschlossen und die internen Nutzlasten integriert. Der Start von COLUMBUS ist für Ende 2007 vorgesehen.

Weiterhin sind als deutsche Beiträge der Bau von technisch anspruchsvollen Laborausstattungsgegenständen zu nennen, wie die Proben-Gefrierenrichtungen MELFI bis - 80 Grad Celsius (maßgebliche Entwicklung durch die Firma Linde) oder die wissenschaftliche Probenhantiereinrichtung Micro Gravity Science Glovebox (MSG) (Astrium Friedrichshafen). Zudem war Deutschland für die Entwicklung und Fertigung des ISS Data-Management-Systems (DMS-R) verantwortlich, welches von EADS mit fehlertoleranten Rechnern ausgestattet wurde und welches die ‚ISS-Kontrolle‘ vom russischen Service Modul aus durchführt. Das DMS-R wurde bereits 2000 auf der ISS installiert und arbeitet seit Anfang 2001 zuverlässig.

Beteiligt ist Deutschland ebenfalls mit Elementen zur Steuerung beim Europäischen ISS-Roboterarm (ERA) und den wichtigen Verbindungsknoten 2 & 3. Der Knoten 2 wurde bereits 2003 an NASA ausgeliefert. ERA wird Ende 2007 mit einem russischen Proton-Transporter zur Station gebracht.

### ***Bodenbetriebsinfrastruktur: Das Columbus-Kontrollzentrum beim DLR in Oberpfaffenhofen***

Das Columbus-Kontrollzentrum (COL-CC) ist im Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen untergebracht. Hierüber werden etwa 75 Wissenschaftler und Ingenieure die europäischen Aktivitäten auf der Internationalen Raumstation gesteuert.

Hierzu gehören:

- Training für Betriebspersonal sowie Vorbereitung und Durchführung von Missionssimulation
- die Überwachung und Steuerung der technischen Systeme des Columbus-Labors und der Experimente an Bord der Raumstation
- die Kommunikation zwischen ISS, Bodenstationen und Kontrollzentren
- Empfang, Verarbeitung, Verteilung und Auswertung von Daten
- sowie die Betriebsablaufplanung an Bord und am Boden (Missionsplanung)

Der Auftrag an das DLR zum Aufbau des Columbus-Kontrollzentrums erfolgte durch die Europäische Weltraumorganisation (ESA). Das DLR kann für diese neue Aufgabe auf langjährige Betriebserfahrungen und Kompetenzen bei der Durchführung von Raumflugmissionen zurückgreifen: Bei neun bemannten und 40 unbemannten wissenschaftlichen und kommerziellen Satellitenmissionen hat sich der DLR-Standort Oberpfaffenhofen, rund 25 Kilometer südwestlich von München gelegen, in den vergangenen vier Jahrzehnten einen guten Namen gemacht. Zu den herausragenden Missionen zählen die deutschen D-Missionen mit dem amerikanischen Space Shuttle sowie

Flüge deutscher Kosmonauten zur und deren Experimente auf der russischen Raumstation MIR.

Das neue Columbus-Kontrollzentrum wurde am 19. Oktober 2004 eröffnet und war erstmals beim einwöchigen Flug des italienischen ESA-Astronauten Roberto Vittori im April 2005 zur ISS in eine Mission eingebunden. Es folgt der Flug des Deutschen Thomas Reiter.

Ab 2007 wird das Columbus-Kontrollzentrum dann an den Missionen des unbemannten europäischen Raumtransporters ATV (Automated Transfer Vehicle) zur ISS beteiligt sein. Dieser wird die Raumstation künftig unter anderem mit Lebensmitteln, Wasser, Treibstoff und Sauerstoff versorgen sowie neue wissenschaftliche Experimente an Bord der ISS bringen. Das Columbus-Kontrollzentrum stellt hierfür die Kommunikationsinfrastruktur zwischen den Kontrollzentren in Toulouse, Houston und Moskau während des gesamten ATV-Betriebs im Orbit zur Verfügung.

Ab 2007 soll das Zentrum schließlich den Betrieb im Columbus-Labor kontrollieren. Sobald das Modul an die ISS angekoppelt ist, übernimmt das Columbus-Kontrollzentrum die Verantwortung für das europäische Weltraumlabor sowie die Koordinierung des wissenschaftlichen Programms.

Der Einsatz des Columbus-Kontrollzentrums ist für die gesamte Columbus-Betriebsphase von 15 Jahren geplant. Finanziert wurde der Aufbau des neuen Kontrollzentrums von der ESA, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Freistaat Bayern. Der Betrieb des Zentrums wird durch die europäischen ISS-Mitgliedstaaten finanziert.

### ***Ab 2007 – das europäische ATV als schwerer Transporter für die ISS***

Das ATV (Automated Transfer Vehicle) ist der europäische Beitrag zur Versorgung der Internationalen Raumstation ISS. Mit einer Ariane 5 wird es von Kourou aus gestartet. Nach der Trennung von der Ariane-Oberstufe führt ATV das Rendezvous- und Andockmanöver mit der Raumstation autonom durch.

Mit zehn Metern Länge und einem Durchmesser von 4,5 Metern beträgt die Gesamtmasse des beladenen Fahrzeugs rund 20 Tonnen. Das Raumfahrzeug ist modular aufgebaut und verfügt über ein druckbeaufschlagtes Nutzlastmodul, in dem bis zu 5,5 Tonnen Fracht untergebracht werden können. Die gesamte Nutzlastkapazität beträgt 7,7 Tonnen für Fracht, Gase, Wasser und Treibstoff. Angedockt an die ISS führt ATV mit seinen Triebwerken zudem routinemäßige Bahnkorrekturen der Station durch, die aufgrund ihrer niedrigen Umlaufbahn von etwa 350 Kilometern Höhe von der Restatmosphäre der Erde allmählich gebremst wird und daher an Höhe verliert.

Das erste ATV „Jules Verne“ ist seit Juli 2004 für Tests des Gesamtsystems im Technischen Entwicklungszentrum der ESA (ESTEC) in Noordwijk/Niederlande. Technische Probleme, etwa bei der Flugsoftware, bei den Simulationseinrichtungen und zusätzliche Anforderungen der internationalen Partner haben zu Verzögerungen im Zeitplan geführt.

Der Transport zum Startplatz Kourou soll Ende 2006 erfolgen. Der Erststart ist für Mitte 2007 geplant.

(weitere Informationen zur ISS unter: <http://www.dlr.de/rd/fachprog/raumstation>)

### **Das Europäische Astronautenzentrum (EAC) und das ESA-Astronauten-Corps**

1998 begann die ESA, die astronautischen Aktivitäten der einzelnen europäischen ESA-Mitgliedstaaten zusammen zu führen und ein gemeinsames europäisches Astronauten-Corps aufzubauen. Zur Heimatbasis des Europäischen Astronauten-Corps wurde das Astronautenzentrum der ESA auf dem Gelände des DLR in Köln.

Neben der Vorbereitung des zur Zeit 12-köpfigen ESA-Astronauten-Corps am EAC in Köln werden auch die Astronauten der internationalen ISS-Partner USA, Russland und Japan im Umgang mit den europäischen Modulen der Raumstation, wie etwa dem Columbus-Raumlabor und dem Nutzlasttransporter (ATV), ausgebildet.

### **Integrierte Nutzerunterstützung für Forscher auf der Raumstation**

Die ISS ist die größte Forschungsplattform für Experimente unter Schwerelosigkeit. Zur Vorbereitung und Durchführung ihrer wissenschaftlichen Nutzung sind in Europa neun Nutzerunterstützungszentren (USOCs) für die europäischen Wissenschaftler eingerichtet worden. Sie sind mit der Planung und Durchführung von Experimenten betraut und verantwortlich für die europäischen Experimentanlagen auf der Raumstation. Ihre Infrastruktur besteht aus einem Überwachungs- und Steuerungssystem für die Fernlenkung der Experimente. Hierfür stehen auch entsprechende Ingenieurmodelle der Anlagen auf der ISS zur Vorbereitung, Qualifizierung und Simulation der Experimente bereit.

Zusätzlich verfügen einige Zentren über Hochgeschwindigkeitsnetze (ATM bis 32Mbps) für die schnelle Datenkommunikation und Archive zur Langzeitsicherung der wissenschaftlichen Daten. Die Kommunikationsinfrastruktur bietet eine enge Kopplung zum Experimentablauf an Board und erlaubt eine interaktive Experimentdurchführung aus den Nutzerzentren oder den Heimplabors der Wissenschaftler. Alle Zentren sind über das europäische ISS Bodennetz mit den Internationalen Missionszentren in den USA und Russland verbunden. Das Bodensegment in Europa wird vom Columbus-Kontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen im Auftrag der ESA geleitet.

In Deutschland ist das Microgravity User Support Center (MUSC) im DLR in Köln als das nationale Nutzerzentrum in das Bodennetz der Raumstation integriert. MUSC hat seine operativen Arbeiten für die ISS mit der Inbetriebnahme des Experimentes Matroshka im Februar 2004 aufgenommen. Seit diesem Zeitpunkt werden Daten aus der Station im

Zentrum in Köln empfangen und Experimente auf der Station überwacht und gesteuert. Parallel läuft der Ausbau der Infrastruktur für den zukünftigen Betrieb des europäischen Forschungsmoduls Columbus. Mit der Inbetriebnahme von Columbus wird der vollständige Betrieb in allen Nutzerzentren Europas beginnen.

**Ansprechpartner:**

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

**Dr. Peter Preu**  
**DLR Raumfahrt-Agentur, Leiter Forschung unter Weltraumbedingungen**  
**Tel.: 0228 / 447 319**  
**Fax: 0228 / 447 735**  
**E-mail: [Peter.Preu@dlr.de](mailto:Peter.Preu@dlr.de)**

**Heinz-Josef Kaaf**  
**DLR Raumfahrt-Agentur, Leiter Bemannte Raumfahrt, ISS und Exploration**  
**Tel: 0228 / 447 562**  
**Fax: 0228 / 447 737**  
**E-mail: [Heinz-Josef.Kaaf@dlr.de](mailto:Heinz-Josef.Kaaf@dlr.de)**