



Columbus- Kontrollzentrum

Columbus Control Center



Europas Link zur Raumstation *Europe's Link to the ISS*

16 Nationen bauten von 1998 bis 2011 ein gemeinsames Haus im All: die Internationale Raumstation (ISS) – das größte Technologieprojekt aller Zeiten und zugleich ein fliegendes Labor mit exzellenten Möglichkeiten. Hier können in einer friedlichen internationalen Nutzung des Weltraums die Partner biologische, physikalische und chemische Vorgänge in der Schwerelosigkeit erforschen. Wie wirkt sich diese auf den menschlichen Körper aus? Wie entwickelt sich Leben im All? Können neue Materialien oder Medikamente entwickelt werden?

Um diese Fragen zu beantworten, forschen seit dem „Erstbezug“ am 2. November 2000 Astronauten aus verschiedenen Ländern zusammen auf der ISS – in Besatzungen von jeweils bis zu sechs Astronauten.

Europa steuert hierfür ein eigenes Labor bei: Das unter deutscher Führung entwickelte und gebaute Modul Columbus wurde am 11. Februar 2008 dauerhaft an die ISS montiert und in Betrieb genommen. Hiermit haben sich die Forschungsmöglichkeiten auf der ISS deutlich erweitert. Columbus ist der erste ständig bemannte europäische Außenposten im All.

Für den Betrieb wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. in Oberpfaffenhofen das Columbus-Kontrollzentrum eingerichtet. Über die hochmoderne Anlage erfolgt der Kontakt zu den Astronauten auf der Raumstation, werden die Experimenteinrichtungen gesteuert und überwacht und das wissenschaftliche Programm koordiniert.

The International Space Station (ISS) is the result of a collaboration of 16 nations between 1998 and 2011. Apart from being the greatest technology project ever, the ISS also serves as a flying lab with excellent research opportunities. Partners involved in this peaceful international utilisation of outer space can explore biological, physical and chemical processes at zero-gravity conditions. What are the effects of weightlessness on the human body? How does life develop in space? Is it possible to develop new materials or medications?

To answer these questions, research has been carried out by astronauts from different countries in crews of up to six since the arrival of the first resident crew at the station on 2 November 2000.

Europe contributes an own lab for this purpose: The Columbus module developed and built under German leadership was permanently installed and put into operation on 11 February 2008. This significantly extended the research opportunities in the ISS. Columbus is the first constantly crewed European outpost in space.

A special Columbus Control Center was set up at the German Aerospace Center (DLR) in Oberpfaffenhofen for its operation. The highly modern center fulfils various functions including contact with the astronauts in the space station, control and supervision of the experimental facilities and coordination of the scientific programme.

Dieses Bild vom Columbus-Modul wurde vom ESA-Astronauten Luca Parmitano während seines ersten Außenbordeinsatzes gemacht, den er am 9. Juli 2013 mit seinem NASA-Kollegen Chris Cassidy ausführte. Bild: NASA

This image of the Columbus module was taken by ESA astronaut Luca Parmitano during his first spacewalk together with NASA's Chris Cassidy on 9th July 2013. Image: NASA.

Leitstelle für den Columbus-Betrieb *Control Center for Columbus Operation*

Das Columbus-Kontrollzentrum (Col-CC) ist im Deutschen Raumfahrtkontrollzentrum (GSOC) des DLR in Oberpfaffenhofen untergebracht. Von hier aus betreuen etwa 100 Wissenschaftler und Ingenieure die europäischen Aktivitäten auf der Internationalen Raumstation ISS und sind damit die direkte Verbindung ins All.

Mit der Steuerung und Kontrolle des Weltraumlabor Columbus unterstützt das Col-CC gemeinsam mit den europäischen Kontroll- und Nutzerzentren die Astronauten bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten und sorgt für ihren Komfort und ihre Sicherheit. Im Col-CC werden auch die Lebenserhaltungssysteme wie Luftversorgung, Strom und Kühlung rund um die Uhr überwacht und gesteuert. Eine weitere Hauptaufgabe ist die Bereitstellung und der Betrieb des europäischen Bodenkommunikationsnetzes.

Die Aufgaben des Kontrollzentrums im Überblick:

- Überwachung und Steuerung der Schnittstellen vom Columbus-Modul zu den Experimenteinrichtungen des Columbus-Labors
- Fernüberwachung und -bedienung der Lebenserhaltungssysteme wie Luftversorgung, Strom und Kühlung
- Betreuung der europäischen und auch nichteuropäischen Astronauten während ihrer Arbeit im europäischen Labor
- Planung und Koordination des wissenschaftlichen Experimentbetriebs
- Bereitstellung der Kommunikationswege zwischen ISS, Bodenstationen, Kontroll- und Nutzerzentren
- Empfang, Verarbeitung, Verteilung und Auswertung von Daten
- Verantwortlichkeit für die Sicherheit an Bord des Columbus-Labors
- Training des Betriebspersonals sowie Durchführung von Simulationen

The Columbus Control Center (Col-CC) is accommodated in the German Space Operations Center (GSOC) in Oberpfaffenhofen. About 100 scientists and engineers look after the European activities in the International Space Station ISS from there and represent the direct connection to space.

The scientific work of the astronauts is supported and their comfort and safety are ensured by Col-CC's management and control of the Columbus space lab in conjunction with European control and user centers. Life support systems such as air supply, power and cooling are monitored and controlled around the clock by Col-CC. Another major function is provision and operation of the European ground communication network.

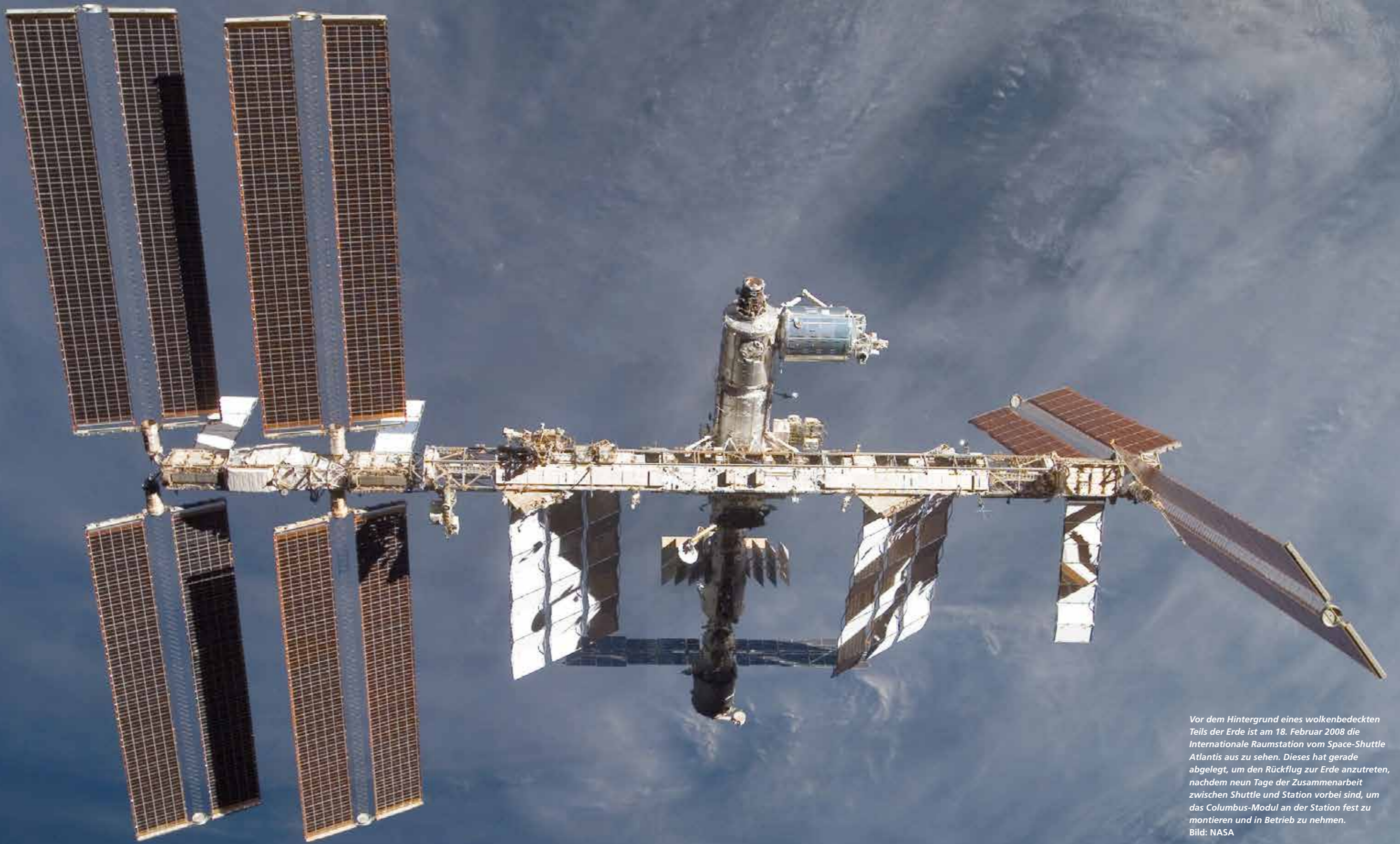
Overview of the Control Center's functions:

- *Monitoring and control of interfaces between Columbus module and experimental facilities of the Columbus lab*
- *Remote supervision and operation of life support systems such as air supply, power and cooling*
- *Support of European and non-European astronauts during their work in the European lab*
- *Planning and coordination of scientific experimental operations*
- *Provision of communication routes between ISS, ground stations, control and user centers*
- *Reception, processing, distribution and analysis of data*
- *Responsibility for safety on board the Columbus lab*
- *Training operating staff and conduction of simulations*

An der STRATOS-Konsole im Kontrollraum 4 des Col-CC. Bild: DLR

At the STRATOS console in control room 4 of Col-CC. Image: DLR





Vor dem Hintergrund eines wolkenbedeckten Teils der Erde ist am 18. Februar 2008 die Internationale Raumstation vom Space-Shuttle Atlantis aus zu sehen. Dieses hat gerade abgelegt, um den Rückflug zur Erde anzutreten, nachdem neun Tage der Zusammenarbeit zwischen Shuttle und Station vorbei sind, um das Columbus-Modul an der Station fest zu montieren und in Betrieb zu nehmen. Bild: NASA

Backdropped by a cloud-covered part of Earth, the International Space Station is seen from Space Shuttle Atlantis as the two spacecraft begin their relative separation. Earlier the STS-122 and Expedition 16 crews concluded almost nine days of cooperative work onboard the shuttle and station. Undocking of the two spacecraft occurred at 3:24 a.m. (CST) on Feb. 18. Image: NASA

Columbus – Forschungslabor im Weltall *Columbus - Scientific Lab in Space*

Seit dem 11. Februar 2008 haben Europas Wissenschaft und Industrie einen direkten Zugang zu einem Forschungslabor der besonderen Art: Columbus wurde als erstes europäisches Labor an die ISS angedockt und in Betrieb genommen. Das Mehrzwecklabor ermöglicht multidisziplinäre Forschung unter Schwerelosigkeit und erweitert die Forschungsmöglichkeiten auf der ISS im Vergleich zur Anfangszeit ganz deutlich. Neben Experimenten zur Gravitations-, Strahlen- und Astrobiologie und Humanphysiologie arbeiten die Wissenschaftler an Projekten zu Grundlagenforschung, Materialwissenschaften, Fluid- und Festkörperphysik und Plasmaforschung. In der Raumfahrtmedizin wird der Fokus vor allem auf die Untersuchung des Abbaus von Muskeln und Knochen gerichtet. Diese Untersuchungen liefern u.a. auch wichtige Beiträge für die Vorbereitung von späteren Langzeitmissionen von Astronauten zum Mond oder anderen Zielen.

Columbus ist knapp 6,9m lang und hat einen Durchmesser von 4,4m. Die Startmasse beträgt 10,3 Tonnen – die maximale Masse der Nutzlastschränke ist 9 Tonnen. Bis zu drei Astronauten können gleichzeitig hier arbeiten. In die zylindrische Form sind standardisierte Nutzlastschränke eingepasst – so genannte Racks – in welche die Laborausrüstungen und technischen Systeme eingebaut sind.

In Columbus gibt es insgesamt Platz für 16 Racks. Zehn stehen für die wissenschaftlichen Geräte der verschiedenen Experimente zur Verfügung. Drei dienen als Stauraum und drei enthalten Technik für die Infrastruktur, vornehmlich für die Strom- und Wasserversorgung und die Klimaanlage. Die Racks mit dem wissenschaftlichen Equipment sind für je eine Forschungsrichtung ausgelegt. Sie haben einen modularen Aufbau mit Einschüben, so dass Experimente oder Ausrüstungen schnell ausgetauscht werden können. Jedes Rack besitzt eine eigene Stromversorgung, eigene Kühlsysteme sowie je nach Aufgabe Video- und Datenleitungen.

Zusätzlich zu den Experimenten im Innenraum gibt es an der Außenseite von Columbus eine Vorrichtung mit vier Plattformen. Diese bieten ausgezeichnete Möglichkeiten für Experimente, die direkt den Umgebungsbedingungen des Weltraums ausgesetzt sind.

European science and industry have direct access to a special kind of research lab since 11 February 2008: Columbus was the first European lab to be docked to the ISS and put into operation. The multi-purpose lab permits multi-disciplinary research at zero-gravity conditions and significantly increases research opportunities in the ISS compared to before. In addition to experiments on gravitation biology, radiation biology, astrobiology and human physiology scientists work on projects concerned with fundamental physics, materials science, fluid and solid-state physics and plasma research. The primary focus of aerospace medicine is the investigation of the degradation of muscles and bones. These investigations also provide important contributions towards the preparation of future long-term missions of astronauts to the moon or other destinations.

Columbus is just under 6.9m long and has a diameter of 4.4m. The starting mass is 10.3 tons – the maximum mass of the payload racks is 9 tons. Up to three astronauts can work there at the same time. The International Standard Payload Racks, containing lab equipment and technical systems, fit snugly into the cylindrical shape.

Columbus offers space for a total of 16 racks. Ten are designated for scientific equipment required for the various experiments. Three serve as storage spaces and three contain technical systems for the infrastructure, primarily power and water supply and air-conditioning. The scientific equipment racks are each designed for a particular research area. A modular structure with inserts allows quick exchange of experiments or equipment. Every rack has its own power supply, cooling systems and video as well as data links as required.

In addition to the experiments inside the station, there is a facility with four platforms outside Columbus. These offer excellent opportunities for experiments requiring direct exposure to a space environment.

Der NASA-Astronaut Rick Mastracchio, Flug-Ingenieur der Expedition 38, arbeitet an der Biolab-Experimenteinrichtung im Columbus-Labor der ISS. Biolab dient für biologische Experimente im Weltraum mit Mikroorganismen, Zellen, Geweben, Pflanzen und kleinen Wirbellosen. Bild: NASA, 25. Nov. 2013

NASA astronaut Rick Mastracchio, Expedition 38 flight engineer, works with Biolab hardware in the Columbus laboratory of the International Space Station. Biolab is used to perform space biology experiments on microorganisms, cells, tissue cultures, plants and small invertebrates. Image: NASA, 25 Nov. 2013

Vielfältige Forschungen – Experimentunterstützung *Diverse Research Activities – Experimental Support*

Die gerätetechnische Ausstattung von Columbus erlaubt eine breite Palette verschiedener Wissenschaftsrichtungen sowohl in der Grundlagen- als auch in der Anwendungsforschung. Arbeitsschwerpunkte sind Materialwissenschaften, Fluidphysik, Chemie, Fernerkundung, Biologie, Biotechnologie, Medizin und Humanphysiologie sowie Technologieexperimente.

Bei der wissenschaftlichen Forschung auf der ISS ist Deutschland eine der wichtigsten Nationen. Rund 40 Prozent der im europäischen Wettbewerb ausgewählten Projekte stammen aus deutschen Forschungsinstituten. Wissenschaftler können bei internationalen Ausschreibungen ihre Vorschläge zu Forschung unter Weltbedingungen einreichen. Diese werden von Kommissionen begutachtet und auf Umsetzbarkeit geprüft, bevor es an die weitere Planung und technische Umsetzung geht und das Experiment letztendlich im Columbus-Labor installiert wird.

Die Experimentanlagen im Columbus-Labor arbeiten weitgehend automatisch oder werden von der Erde aus ferngesteuert. Damit die Wissenschaftler den Verlauf ihrer Experimente direkt überwachen oder auch per Tele-Operation interaktiv eingreifen können, gibt es in Europa acht spezielle Nutzerunterstützungszentren – so genannte USOCs (User Support Operations Centers). Jedes hat sich auf eine bestimmte Forschungsdisziplin spezialisiert und ist in einem anderen ESA-Mitgliedsstaat angesiedelt. Diese USOCs sind die Verbindung zwischen den Experimentanlagen im All und den Wissenschaftlern und Ingenieuren am Boden. Hochgeschwindigkeitsnetze sorgen für eine schnelle Kommunikation. Alle Nutzerzentren sind über das europäische ISS-Bodennetz mit den internationalen Missionszentren in den USA, Russland und Japan verbunden.

The technical equipment of Columbus allows conduction of a broad range of fundamental and application-related research in many different scientific disciplines. Key areas include material sciences, fluid physics, chemistry, remote sensing, biology, biotechnology, medicine and human physiology as well as technological experimentation.

Germany is one of the most important nations involved in scientific research in the ISS. About 40 percent of the projects selected from competing European proposals originate from German research institutes. International requests for proposals are made to allow scientists to submit their propositions for research under space conditions. These are reviewed by committees and checked for practicability before further planning, technical realisation and final installation of the experiment in the Columbus lab.

Most of the experimental set-ups in the Columbus lab work automatically or by remote control from Earth. Eight special User Support Operations Centers (USOCs) in Europe permit scientists to monitor their experiments directly or intervene interactively by tele-operation. Each is specialised in a specific research area and based in a different ESA member state. These USOCs form the link between experimental facilities in space and scientists and engineers on the ground. High-speed networks ensure fast communication processes. All user centers are linked with international mission centers in the USA, Russia and Japan via a European ISS network on the ground.

In Deutschland ist das Microgravity User Support Center (MUSC) im DLR in Köln als nationales Nutzerzentrum beteiligt. Die Schwerpunkte sind hier bio- und materialwissenschaftliche Forschung unter Schwerelosigkeit. Seit 2004 werden hier Daten aus der ISS empfangen, Experimente überwacht und gesteuert.
Bild: DLR

The Microgravity User Support Center (MUSC) at DLR in Cologne is the national user center in Germany. The key research areas here are biology and materials science under zero gravity. MUSC has been processing data from the ISS and monitoring and controlling experiments since 2004. Image: DLR.



Planung und Koordination *Planning and Coordination*

Als Leitstelle für den Betrieb und die Überwachung sämtlicher Systeme des Raumlabor dient das Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen. Hier arbeiten Raumflug-Experten des DLR, der ESA und der europäischen Industrie Seite an Seite. Sie planen die Durchführung der Experimente im Columbus-Labor und stimmen diese mit Kontroll- und Nutzerzentren sowie den Astronauten auf der Raumstation ab. So wird der Gesamtbetrieb der ISS koordiniert und ein „Drehbuch“ für den Einsatz der Astronauten an Bord geschrieben.

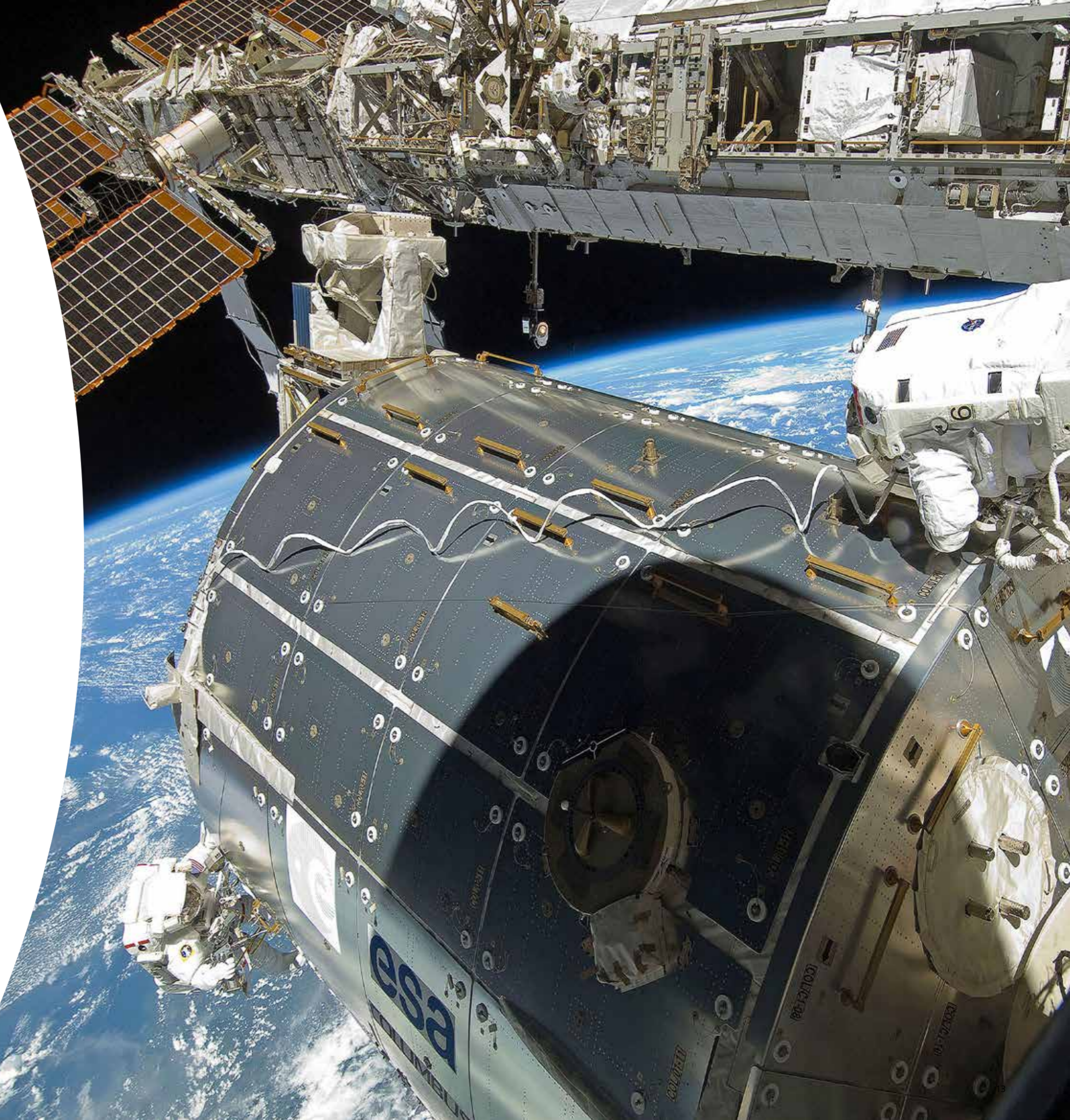
Alle Aktivitäten und Experimente verlaufen nach einem genauen Zeitplan. Sollen neue Experimente durchgeführt werden oder tritt ein Problem auf wie z.B. der Ausfall einer Kühlung, so werden im Col-CC neue Prioritäten vereinbart und der Betriebsablauf neu geplant – in Zusammenarbeit mit den europäischen ISS-Nutzerunterstützungszentren, dem NASA-Nutzlastzentrum in Huntsville und den ISS-Missionskontrollzentren der NASA in Houston, ROSKOSMOS in Moskau und der JAXA in Tsukuba bei Tokio.

The Columbus Control Center in Oberpfaffenhofen serves as control unit for the operation and supervision of all space labs systems. Space flight experts from the DLR, ESA and European industry work in close cooperation in the Col-CC. Their work involves planning conduction of the experiments in the Columbus lab and coordinating these with the control and user centers as well as the astronauts in the space station. The entire operation of the ISS is coordinated and a "script" is created for the work of the astronauts on board.

All activities and experiments are carried out according to a precise schedule. If new experiments are to be conducted or if a problem occurs, such as failure of a cooling system, new priorities are agreed in the Col-CC and the operating procedure is revised – in collaboration with the European ISS User Support Operations Centers, the NASA Payload Operations Center in Huntsville and the ISS Mission Control Centers of the NASA in Houston, ROSKOSMOS in Moscow and JAXA in Tsukuba near Tokyo.

Vor dem Hintergrund des Erdhorizontes führen die Astronauten Mike Foreman und Randy Bresnik, STS-129 Mission Specialists, eine Reihe von Arbeiten am Äußeren der Internationalen Raumstation aus. Bild: NASA

Backdropped against the horizon of Earth, astronauts Mike Foreman and Randy Bresnik, STS-129 mission specialists, perform a series of tasks on the exterior of the International Space Station. Image: NASA



Kontrollräume und Teams *Control Rooms and Teams*

Das Col-CC verfügt über drei Kontrollräume. Einer ist jeweils für die Echtzeitüberwachung zuständig, während der andere für Vorbereitung neuer Aufgaben oder für Simulationen und Trainings dient, aber auch als Backup. Der dritte Raum in einem anderen Gebäude wird prinzipiell als Backup vorgehalten.

In den Kontrollräumen arbeitet das Flight Control Team (FCT) im Schichtbetrieb und mit Rufbereitschaft rund um die Uhr. Es ist auch für die Vorbereitung des Betriebs und Aufgaben wie Kontrollraumdokumentation, Kontrollraumkonfiguration und Validierung von Prozeduren.

Das Flight Control Team wird unterstützt durch ein Ground Control Team (GCT), das sich um die aufwendige Infrastruktur am Boden kümmert. Hier muss ein europaweites Bodennetzwerk mit vielen verschiedenen Komponenten überwacht und gepflegt werden. Jede Unterbrechung der Verfügbarkeit würde als kritische Situation eingestuft. Die Schaltzentrale befindet sich in separaten Betriebsräumen im GSOC, wo der korrekte Austausch der Daten zwischen den einzelnen Kontrollzentren und Benutzerzentren überwacht und gesteuert wird. Auch hier wird im 24-Stunden-Betrieb gearbeitet, um die Schaltungen an die jeweiligen Vorgaben der Benutzer anzupassen.

Beide Teams unterstehen einem Flugdirektor (COL FLIGHT), der das Team führt und die letztendliche Verantwortung und Entscheidungsbefugnis für das Columbus-Modul hat.

Col-CC has three control rooms. One is dedicated to real-time monitoring, while the other serves for preparation of new tasks, for simulations and training, or as a back-up. The third room located in another building is principally reserved as a back-up.

A Flight Control Team (FCT) works in the control rooms. Work is in shifts and team members are on call around the clock. The FCT is also responsible for preparation of operations and tasks such as control room documentation, control room configuration and validation of procedures.

A Ground Control Team (GCT) supports the Flight Control Team by taking care of the complicated infrastructure on the ground. This involves monitoring and maintaining a Europe-wide network on the ground with many different components. Any interruption of availability is classified as a critical situation. The control center is located in separate operating rooms in the GSOC, where correct exchange of data between individual control centres and user centers is monitored and controlled. Work takes place 24 hours a day here as well allowing adaptation of settings to specific user requirements.

Both teams are subordinate to a Flight Director (COL FLIGHT), who leads the team and has the final responsibility and decision-making authority for the Columbus module.

An der COMET-Konsole im Kontrollraum 4
des Col-CC Bild: DLR

At the COMET Console in control room 4
of Col-CC. Image: DLR

Kommunikationsnetz Communication Network

Für seine Aufgabe zur Bereitstellung der Kommunikationswege zwischen ISS, Bodenstationen und den Kontroll- und Nutzerzentren betreibt das Col-CC ein eigenständig konzipiertes Kommunikationsnetz. Alle vom Columbus-Labor eingehenden wissenschaftlichen Daten zu Experimenten und Anlagen werden an die zuständigen Nutzerzentren weitergeleitet und Engineering-Daten direkt im Col-CC archiviert. Umgekehrt werden auch die Informationen der Nutzerzentren entgegengenommen, wenn z.B. zusätzliche Ressourcen benötigt werden oder Systeme für Experimente umkonfiguriert werden müssen. Mit diesen Informationen werden die Zeitpläne für die Astronauten und das Col-CC-Team neu generiert.

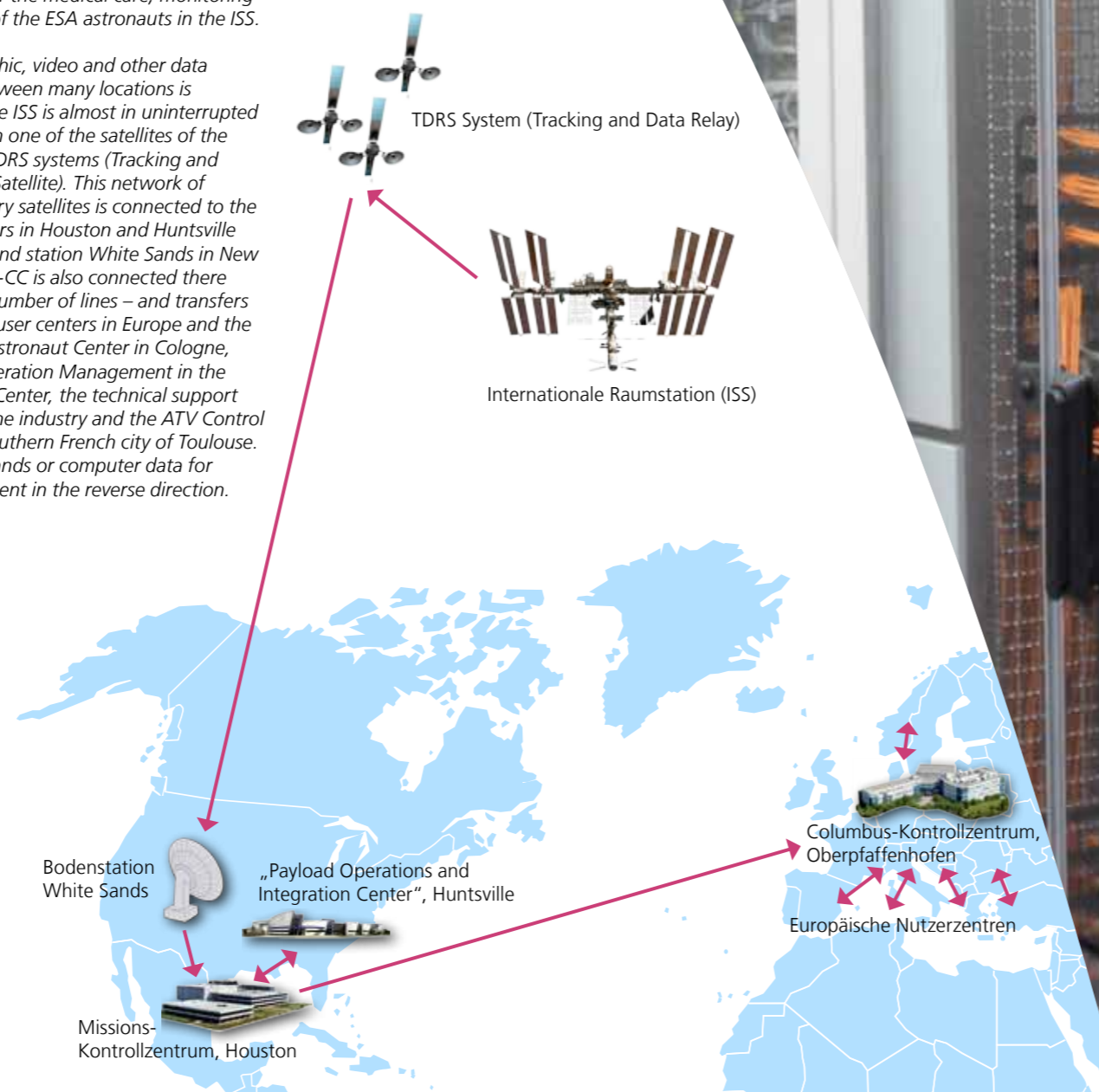
Das Col-CC steht auch mit dem Europäischen Astronautenzentrum (EAC) in Köln in Verbindung. Dieses ist für die medizinische Versorgung, Überwachung und Sicherheit der ESA-Astronauten auf der ISS zuständig.

Die Übertragung von Ton, Bild, Video und Daten wird zwischen zahlreichen Standorten abgewickelt. Die ISS hat beinahe ununterbrochen Kontakt mit einem der Satelliten des amerikanischen TDRS-Systems (Tracking and Data Relay Satellite). Dieses Netz von geostationären Satelliten ist über die Bodenstation White Sands in New Mexico mit den NASA-Zentren in Houston und Huntsville verbunden. Dort ist auch das Col-CC über mehrere Leitungen angeschlossen – und gibt die Daten an die Nutzerzentren in Europa weiter sowie an das Europäische Astronautenzentrum in Köln, das ESA-Operation Management im ESTEC-Testzentrum sowie die technischen Support-Zentren der Industrie und an das ATV-Kontrollzentrum im südfranzösischen Toulouse. Telekommandos oder Computerdateien für die ISS gehen den umgekehrten Weg.

Col-CC operates a specially designed communication network in order to fulfil its obligation to provide communication routes between the ISS, ground stations and the control and user centers. All scientific data relating to experiments and systems received from the Columbus lab are passed on to the responsible user centers and engineering data are archived directly in the Col-CC. Conversely, user center information is accepted, such as when additional resources are required or systems for experiments have to be reconfigured. The schedules for the astronauts and the Col-CC team are regenerated on the basis of this information.

Col-CC is also linked to the European Astronaut Center (EAC) in Cologne. This is responsible for the medical care, monitoring and safety of the ESA astronauts in the ISS.

Audio, graphic, video and other data transfer between many locations is handled. The ISS is almost in uninterrupted contact with one of the satellites of the American TDRS systems (Tracking and Data Relay Satellite). This network of geostationary satellites is connected to the NASA centers in Houston and Huntsville via the ground station White Sands in New Mexico. Col-CC is also connected there through a number of lines – and transfers data to the user centers in Europe and the European Astronaut Center in Cologne, the ESA Operation Management in the ESTEC Test Center, the technical support centers of the industry and the ATV Control Center in southern French city of Toulouse. Tele-commands or computer data for the ISS are sent in the reverse direction.



Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum GSOC German Space Operations Center GSOC

Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen bei München kann auf eine herausragende, langjährige Erfahrung zurückschauen: Bereits seit 1969 führt es erfolgreich Raumflugmissionen durch und hat bislang in mehr als 60 Missionen mit unterschiedlichen Anwendungen seine Kompetenz unter Beweis gestellt. Hierbei reicht das Spektrum von Satellitenmissionen für die Erdbeobachtung, Wissenschaft und Kommunikation bis hin zu bemannten Missionen und Erkundungsflügen in das Planetensystem.

Das GSOC ist eine Einrichtung des DLR Raumflugbetriebs. Das Institut ist mit der Vorbereitung und Durchführung von nationalen und internationalen Raumfahrtmissionen seit über vier Jahrzehnten das zentrale Element der Raumfahrtaktivitäten in Deutschland. Hier werden wegweisende Projekte realisiert und neue Ideen für die Gestaltung der Raumfahrt von Morgen entwickelt.

The German Space Operations Center of the DLR in Oberpfaffenhofen near Munich can look back on years of great experience. It has been conducting space flight missions successfully since 1969 and has proven its competence in over 60 missions with different applications. The spectrum includes satellite missions for observing the Earth, for science and communication, as well as crewed missions and exploration flights into the planetary system.

The GSOC is a facility of DLR space flight operations. Its preparation and conduction of national and international space flight missions has made the institute the central element of space flight activities in Germany for over four decades. Ground-breaking projects are realised and new ideas for space flight missions of tomorrow are developed.

In den vielfältigen bemannten und unbemannten Missionen ist das GSOC zuständig für

- Steuerung und Überwachung von Raumfahrzeugen, deren Sub-Systemen und von Experimenten an Bord
- Kommunikation zwischen Raumfahrzeugen, Bodenstationen und Kontrollzentren
- Verfolgung (Tracking) und Berechnung der Flug- und Umlaufbahnen
- Planung und Ausführung von Korrekturen der Flug- und Umlaufbahnen
- Empfang, Verarbeitung, Verteilung und Auswertung von Daten
- Missionsplanung, d.h. die Planung des Betriebsablaufs an Bord und am Boden.

Beim Betrieb von Raumfahrzeugen bestehen höchste Anforderungen an die Sicherheit und Qualität. Der DLR Raumflugbetrieb ist mit den internationalen Normen ISO 27001, ISO 9001 und OHSAS 18001 zertifiziert.

In diverse missions with or without crews, the GSOC is responsible for:

- *Controlling and monitoring of spacecrafts, their subsystems and on-board experiments*
- *Communication between spacecrafts, ground stations and control centers*
- *Tracking and calculation of flight paths and orbits*
- *Planning and execution of corrections of flight paths and orbits*
- *Reception, processing, distribution and analysis of data*
- *Mission planning, i.e. planning operating procedure on board and on the ground.*

The operation of spacecrafts is subject to the highest safety and quality requirements. DLR space flight operations are certified with the international standards ISO 27001, ISO 9001 and OHSAS 18001.



Mehr als 30 Jahre bemannte Missionen *Over 30 Years Human Spaceflight Experience*

Aufgrund der in Europa einzigartigen Erfahrungen auf dem Gebiet der bemannten Raumfahrt hat die Europäische Weltraumorganisation ESA das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum (GSOC) des DLR für den Betrieb des Columbus-Forschungsmoduls ausgewählt.

Bereits 1983 war das Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen bei München an der ersten Spacelab-Mission „FSLP“ beteiligt. Mit der Beteiligung an der D1-Mission war das GSOC das erste Kontrollzentrum in der westlichen Welt, das außerhalb der USA direkt in bemannte Raumflugmissionen eingebunden war. Es folgten die D2-Mission, amerikanische Shuttle-Flüge sowie Flüge deutscher Kosmonauten zur russischen Raumstation MIR, um dort Experimente durchzuführen.

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 an einer Mission beteiligt. Auch beim Langzeitflug des deutschen ESA-Astronauten Thomas Reiter 2006 im Rahmen der Astrolab-Mission übernahm das Columbus-Kontrollzentrum wichtige Aufgaben. Nachdem das Columbus-Modul im Februar 2008 an die ISS angekoppelt wurde, übernahm das Kontrollzentrum die Verantwortung für das europäische Weltraumlabor sowie die Koordinierung des wissenschaftlichen Programms.


Seit 2008 ist das Columbus-Kontrollzentrum ebenfalls an den Missionen des unbemannten europäischen Raumtransporters ATV zur ISS beteiligt. Dieser versorgt die Raumstation unter anderem mit Lebensmitteln, Wasser, Treibstoff und Sauerstoff und bringt neue wissenschaftliche Experimente an Bord der ISS. Das Columbus-Kontrollzentrum stellt hierfür die Kommunikations-Infrastruktur zwischen den Kontrollzentren in Toulouse, Houston und Moskau während des gesamten ATV-Betriebs im Orbit zur Verfügung.

The European Space Agency ESA selected the German Space Operations Center (GSOC) of the DLR for operation of the Columbus research module because of its experience in the field of human space flight that is unique in Europe.

Back in 1983, the control center in Oberpfaffenhofen near Munich was already involved in the first space lab mission „FSLP“. Its participation in the D1 mission made GSOC the first control center in the western world to be directly involved in crewed space flight missions outside the USA. This was followed by the D2 mission, American shuttle flights and flights by German cosmonauts to the Russian space station MIR for conduction of experiments there.

The new Columbus Control Center opened on 19 October 2004. Its first participation in a mission involved a one-week flight by the Italian ESA astronaut Roberto Vittori to the ISS in April 2005. Col-CC also assumed important tasks in association with the long-term flight of the German ESA astronaut Thomas Reiter in 2006 as part of the Astrolab mission. After docking of the Columbus module to the ISS in February 2008, the control center took on the responsibility for the European space lab as well as coordination of the scientific programme.

Since 2008, the Columbus Control Center has also been involved in unmanned missions of the European space transporter ATV to the ISS, which supply the space station with food, water, fuel, oxygen etc. and bring new scientific experiments on board the ISS. The Columbus Control Center provides the communication infrastructure between the control centers in Toulouse, Houston and Moscow during the whole ATV operation in orbit.



Außenbordeinsatz (EVA) des NASA-Astronauten Robert L. Curbeam Jr. (links) mit dem ESA-Astronauten Christer Fuglesang, beide STS-116 Mission Specialists, vor dem farbigen Hintergrund der Erde. Auf der linken Seite ist die Südinsel und auf der rechten Seite die Nordinsel von Neuseeland zu sehen. Bild: NASA

Extravehicular activity (EVA) of NASA astronaut Robert L. Curbeam, Jr. (left) and ESA astronaut Christer Fuglesang, both STS-116 mission specialists, backdropped by a colorful Earth. The landmasses depicted are the South Island (left) and North Island (right) of New Zealand. Image: NASA



Die ISS über der Ostküste von Nordamerika
Bild: NASA

East coast of North America seen from the ISS
Image: NASA

Das DLR im Überblick

DLR at a glance

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR is the national aeronautics and space research centre of the Federal Republic of Germany. Its extensive research and development work in aeronautics, space, energy, transport and security is integrated into national and international co-operative ventures. In addition to its own research, as Germany's space agency, DLR has been given responsibility by the federal government for the planning and implementation of the German space programme. DLR is also the umbrella organisation for the nation's largest project management agency.

DLR has approximately 7700 employees at 16 locations in Germany: Cologne (headquarters), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Goettingen, Hamburg, Juelich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen, and Weilheim. DLR also has offices in Brussels, Paris, Tokyo and Washington D.C.



DLR

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

in der Helmholtz-Gemeinschaft

Raumflugbetrieb und Astronautentraining
DLR Oberpfaffenhofen
82234 Wessling, Germany
Tel: +49-(0) 8153 - 28 2701

www.DLR.de/RB