



DLR.de

# DLR-Institut für Raumfahrt- systeme





## Inhaltsverzeichnis

Das Institut für Raumfahrtssysteme .....	4
Systemanalyse.....	6
Entwicklung und Bau von Raumfahrtssystemen.....	8
Erforschung und Entwicklung systemrelevanter Technologien.....	12
Raus aus der Schule – rein ins Labor .....	18
Einstiegchancen im Institut für Raumfahrtssysteme .....	20
Ausbildung im Institut für Raumfahrtssysteme.....	22

## Das Institut für Raumfahrtsysteme

Das Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen entwirft und analysiert zukünftige Raumfahrzeuge und Raumfahrtmissionen (Trägersysteme, Orbital- und Explorationssysteme, Satelliten) und bewertet sie hinsichtlich ihrer technischen Leistungsfähigkeit und Kosten. Für den Systementwurf und die Systemanalyse setzt es dabei modernste Methoden des multi-disziplinären Engineerings ein, unter anderem eine computergestützte Einrichtung zum Simultanentwurf.

Darüber hinaus entwickelt, baut und betreibt das Institut für Raumfahrtsysteme in Kooperation mit anderen Instituten und Forschungseinrichtungen eigene Raumfahrzeuge und Missionen für wissenschaftliche Untersuchungen und Technologiedemonstrationen in den Bereichen Kleinsatelliten und planetare Landefahrzeuge. Als Kompetenzzentrum für das Systemengineering mit den Fähigkeiten des Systemdesigns, der Systemintegration und den Systemtests, kommt dem Institut bei der Entwicklung eine koordinierende und integrierende Rolle zu.



Außenansicht des Instituts für Raumfahrtsysteme

Um zukünftige Raumfahrtmissionen zu ermöglichen oder bestehende Technologien in ihrer Leistungsfähigkeit zu verbessern, forscht das Institut für Raumfahrtsysteme an systemrelevanten Technologien mit den Schwerpunkten Verhalten und Beeinflussung von kryogenen Treibstoffen in Tanks, Landetechnologien, Bahn- und Lageregelungssystemen, Avioniksystemen und hochpräzisen optischen Messsystemen.

Wenn Sie noch mehr über uns erfahren möchten, besuchen Sie uns im Internet unter [DLR.de/irs](http://DLR.de/irs).

Eingangsbereich des  
Instituts für Raumfahrtsysteme



# Systemanalyse

Der Entwurf und die Analyse zukünftiger Raumfahrtsysteme wie Trägerraketen, wiederverwendbare Transportsysteme, Satelliten, planetare Landefahrzeuge, Raumstationen, oder Stationen auf dem Mond oder Mars, benötigen multidisziplinäre Engineering Fähigkeiten wie zum Beispiel:

- Missionsanalyse
- Strukturmechanik
- Thermalkontrolle
- Entwurfsaerodynamik
- Antriebstechnik
- Flugsteuerung
- Avionik



Die Concurrent Engineering Facility (CEF) am DLR-Standort Bremen



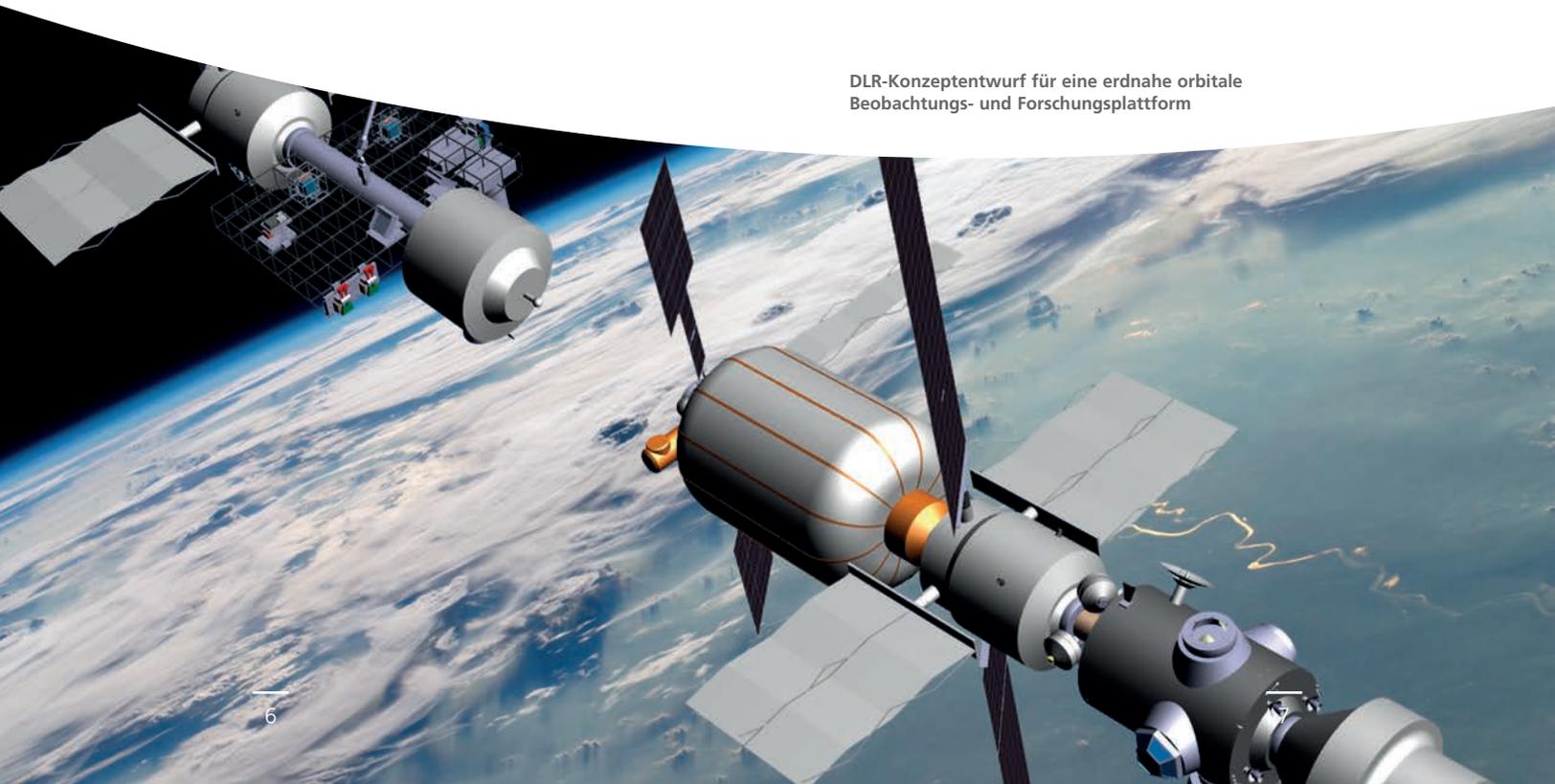
SpaceLiner 7 bei der Stufentrennung

Die Ingenieure der verschiedenen Disziplinen wenden hierbei modernste computerunterstützte Entwurfsmethoden an und arbeiten simultan mit Hilfe einer „Concurrent Engineering Facility“ (CEF) an ihren Entwürfen. Auf diese Weise werden Entwicklungszeiten verkürzt und spätere kostenintensive Produktänderungen vermieden.

Die erarbeiteten Konzepte werden dabei auf ihre technische Machbarkeit und Leistungsfähigkeit (z. B. Masse, Energieverbrauch) untersucht und hinsichtlich ihrer Kosten bewertet. Kritische Technologien werden identifiziert und nötige Technologieentwicklungen können abgeleitet werden.

Die Systemanalyse dient dabei sowohl der Orientierung eigener Projekte, als auch zur Beratung von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

DLR-Konzeptentwurf für eine erdnahe orbitale Beobachtungs- und Forschungsplattform



# Entwicklung und Bau von Raumfahrtsystemen

Im Institut für Raumfahrtsysteme werden Raumfahrzeuge entwickelt, gebaut und getestet. Kleinsatelliten und planetare Landfahrzeuge bilden hierbei den Schwerpunkt.

Bei der Entwicklung und Realisierung komplexer Raumfahrtmissionen werden die zentralen Kernkompetenzen im Bereich Projektmanagement und System Engineering (Systemdesign, Systemintegration, Systemverifikation und -qualifikation) innerhalb des Instituts für Raumfahrtsysteme gebündelt. Dies erlaubt eine effektive und effiziente Projektabwicklung und Projektdurchführung.

Der Raumfahrzeugbau erfolgt in einem zentralen Integrationslabor, unterstützt von verschiedenen Testständen, Anlagen und Laboren. Eine moderne Produkt- und Qualitätssicherung begleitet die Entwicklung und Qualifikation.

Integration der entfaltbaren Helix-Antenne des AISat-1



Integration des DLR-Kompaktsatelliten für die Mission Eu:CROPIS



Integration der Elektronikbox des Asteroiden-Landers MASCOT



Vibrationsteststand im mechanisch-dynamischen Testlabor



Shocktests auf dem Pyroshock-Teststand

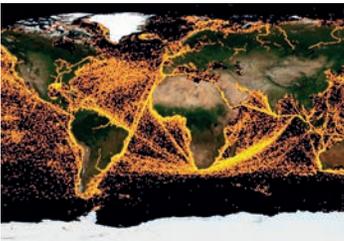




AISat-1: Nano-Satellit für den Empfang von Schiffssignalen



Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wird für jedes System geprüft, auch Prüfungen gemäß üblicher EMV-Normen für Alltagsgeräte werden durchgeführt



Ein Jahr im All: Weltweiter Schiffsverkehr empfangen durch AISat-1



Satelliten-basierte Flugverkehrsüberwachung mit ADS-B: Zwei Jahre im Orbit

Um Raumfahrtkomponenten und Raumfahrtsysteme unter Welt-raumbedingungen zu testen, werden Anlagen betrieben, in denen sowohl mechanisch, wie auch thermal im Vakuum getestet werden kann. Testkammern für elektromagnetische Verträglichkeit, für Weltraumstrahlungssimulation und Ausgasverhalten von Materialien ergänzen die Simulationsmöglichkeiten. Optische Labore erlauben hochpräzise Abstandsmessungen basierend auf Laserinterferometrie.

Exemplarisch für die Arbeit des Instituts sind der Bau des Kompakt-satelliten Eu:CROPIS, der nationale Satellit AISat-1 zur Überwachung des Schiffsverkehrs und der Bau des Asteroiden-Landers MASCOT zu nennen. Alle drei Projekte wurden von der Systemanalyse bis zur Integration im Institut für Raumfahrtsysteme betreut.

Finale Integration des vom DLR entwickelten Asteroiden-Landers MASCOT auf Hayabusa2



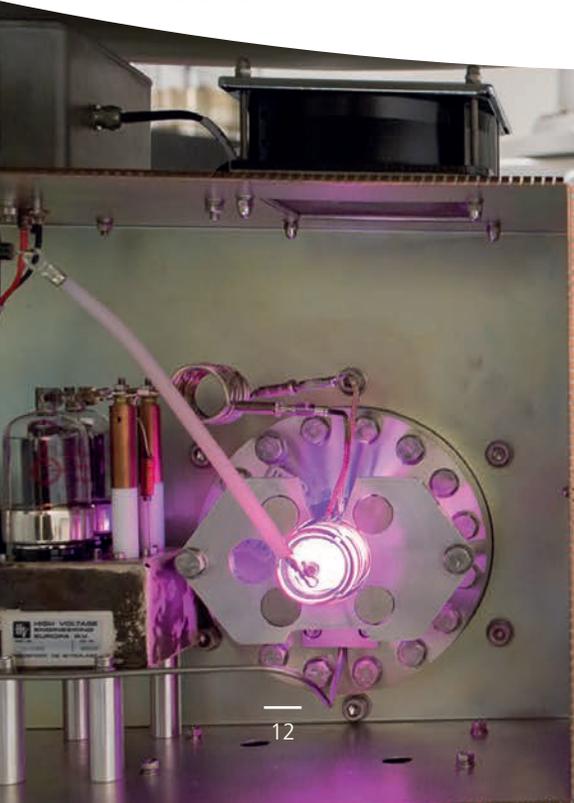
# Erforschung und Entwicklung systemrelevanter Technologien

Im Institut für Raumfahrtssysteme werden systemrelevante und innovative Technologien in Hinblick auf ihre Raumfahrttauglichkeit entwickelt. Zu diesen Entwicklungen gehören unter anderem Flugsteuerungssysteme, Avioniksysteme, Landetechnologien, die Treibstoffhandhabung in Tanksystemen mit kryogenem Treibstoff und hochpräzise optische Messsysteme.

Exemplarisch für die Arbeit des Instituts sind die Beiträge zur Landung des Kometen-Landers Philae, zur Realisierung des Asteroiden-Landers MASCOT und zum Bau des HP3-Instruments der amerikanischen Mars-Mission InSight.

Im Rahmen der 2017 startenden GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) follow-on Mission werden das für das Laser-Ran-

**Komplexe Bestrahlungsanlage zur Degradationsuntersuchung von Materialoberflächen**



**Lande- und Mobilitätstestanlage (LAMA) mit Versuchsobjekt (Philae-Lander)**



ging-Instrument der beiden Satelliten das benötigte Optical Ground Support Equipment (OGSE) entwickelt und die erforderlichen Messungen durchgeführt.

Die erfolgreiche Beherrschung der Treibstoffhandhabung von kryogenen Oberstufensystemen ist eine Schlüsseltechnologie zur Erreichung der Entwicklungsziele zukünftiger Trägersysteme. Hier geht es zum Beispiel um die Realisierung von Missionen mit langen ballistischen Freiflugphasen und mehrfachen Wiederzündungen des Triebwerks.

Das Institut für Raumfahrtssysteme verfügt zur Erforschung und Entwicklung der genannten Technologien über ein Kryo-Labor mit speziellen Testeinrichtungen als Alleinstellungsmerkmal.





Höchstpräzises optisches Messsystem



Simulation der Bewegung von Satelliten in fünf Freiheitsgraden zum Test von Regelungssystemen im Labor TEAMS (Test Environment for Applications of Multiple Spacecraft)



Kryo-Labor: Untersuchungen an Tankmodellen



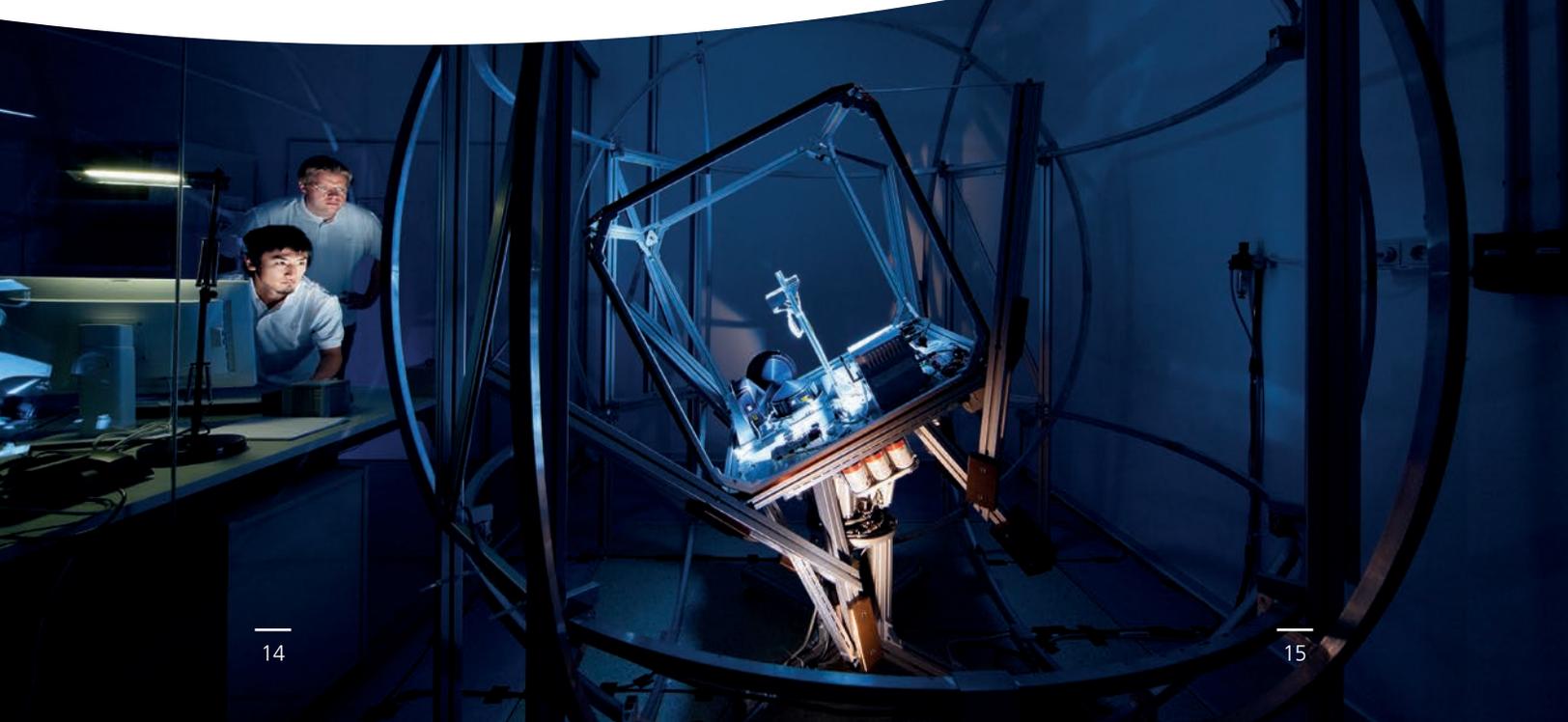
Weltraumsimulationsanlage für Tests im Vakuum unter thermischen Randbedingungen

In diesem Kryo-Labor können Experimente mit tiefkalten flüssigen Gasen, den Realtreibstoffen der Trägersysteme, bis hin zu flüssigem Wasserstoff bei  $-253\text{ °C}$  durchgeführt werden. Auf diese Weise liefern die im Kryo-Labor gewonnenen Erkenntnisse einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der nationalen Oberstufenkompetenz.

Analyse, Design, Simulation, Entwicklung, Implementierung, Test und Verifizierung von Lageregelungs- und Orbitkontrollsystemen (AOCS) und von Flugführungs-, Navigations- und Regelungssystemen (GNC) für den Einsatz in der Raumfahrt sind weitere Forschungsschwerpunkte. Hierfür werden eigene Werkzeuge für die Entwicklung und Simulation oben genannter Systeme entwickelt und Testlabore zur Simulation von Dynamik und Umweltbedingungen von Raumfahrtmissionen in Echtzeit unterhalten. Für zukünftige Satellitenmissionen werden hochstabile optische Uhren und Lasersensoren zur Abstands- und Winkelmessung zwischen entfernten Satelliten entwickelt, verifiziert und umgesetzt.

Die Kompetenzen bei der Forschung und Entwicklung von Technologien für Lande- und Rückkehrgeräte liegen im Entwurf von mechatronischen Komponenten, Mechanismen und energieabsorbierenden Elementen, der experimentellen und numerischen Methoden zur Lande- und Aufsetzdynamik, sowie analytischen Methoden zur Landesicherheit und Zuverlässigkeit. Für diese Aufgaben werden die Lande- und Mobilitätstestanlage LAMA, sowie zugeordnete Teststände im Explorationslabor betrieben.

Das Labor FACE (Facility for Attitude Control Systems) dient zur Verifikation von Satelliten Lageregelungssystemen. Kernelement ist eine frei bewegliche, luftgelagerte Satellitenplattform.

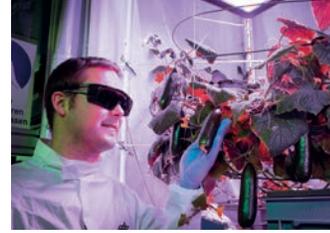




Test von Steuerungssystemen für das Docking von Raumfahrzeugen im Labor TEAMS



Segelfertigung für große, entfaltbare Membranen



Das EDEN-Labor zur Untersuchung von bioregenerativen Lebenserhaltungssystemen



Vermessung und Kalibrierung von Trägheitssensoren zur Navigation von Raumfahrzeugen im GPS/INS-Labor

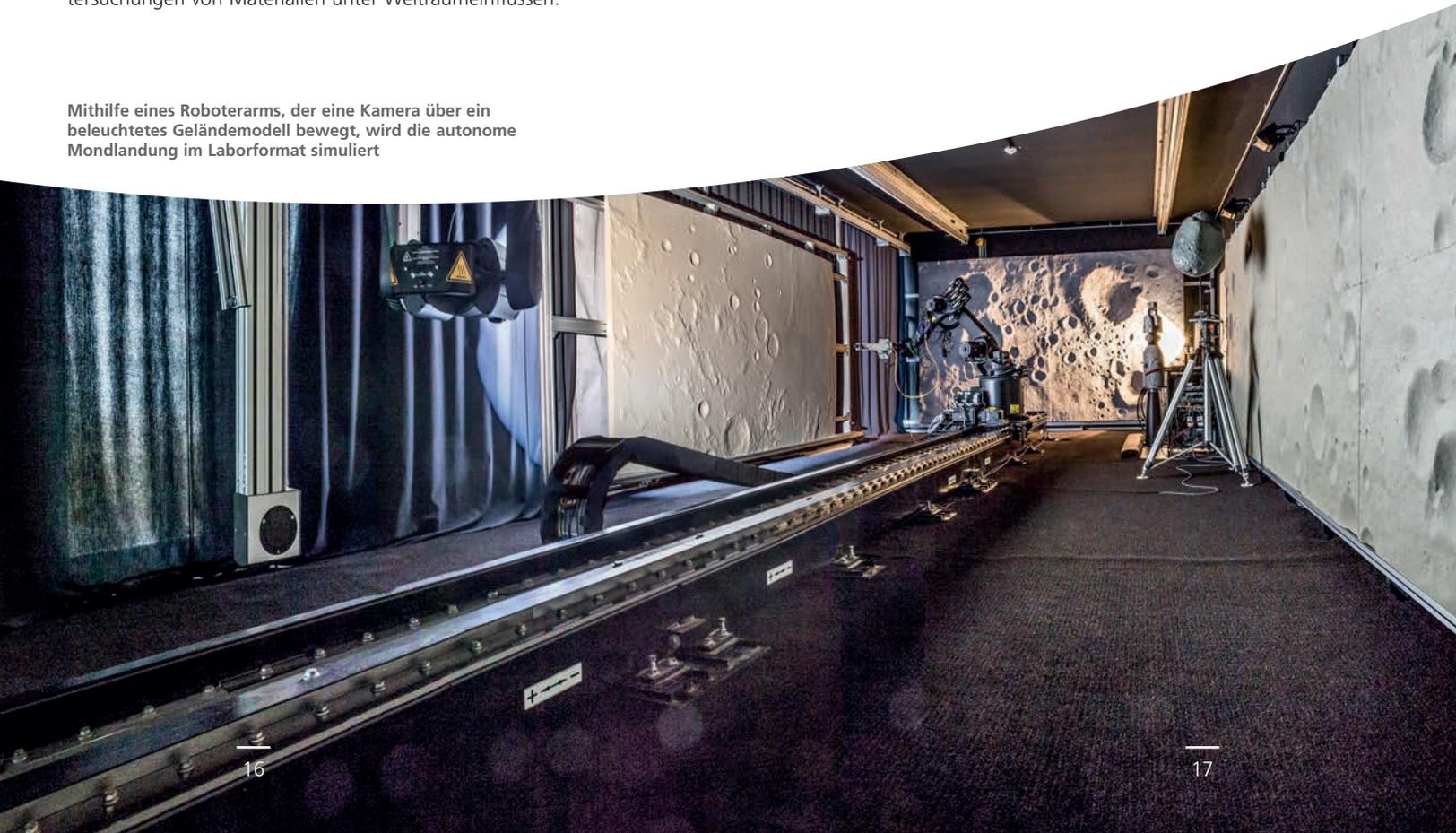
Forschungsschwerpunkte im Avionikbereich sind der On-Board-Computer und die On-Board-Software. Innovative Rechnerarchitekturen und fortschrittliche Entwurfsmethodik sind Gegenstand neuester Entwicklungen. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung eines skalierbaren On-Board-Computers, der sich hinsichtlich essenzieller Parameter an die variablen Anforderungen des jeweiligen Raumfahrzeugs anpassen lässt.

Neben dem Entwurf, dem Bau und der Qualifikation von Strukturen, Mechanismen und Thermalkontrollsystemen sind weitere Forschungsschwerpunkte große, entfaltbare Strukturen und Degradationsuntersuchungen von Materialien unter Weltraumeinflüssen.

Zur Qualifikation von Entfaltungssystemen wird ein Teststand betrieben, der realitätsnahe Entfaltungstests unter teilweiser Kompensation der Schwerkraft ermöglicht.

Somit werden wertvolle Beiträge zu Forschungsmissionen des DLR im Speziellen als auch zur Technik von Raumfahrtssystemen im Allgemeinen geliefert.

Mithilfe eines Roboterarms, der eine Kamera über ein beleuchtetes Geländemodell bewegt, wird die autonome Mondlandung im Laborformat simuliert



## Raus aus der Schule – rein ins Labor!

Im DLR\_School\_Lab Bremen liegt der Schwerpunkt auf dem Thema Raumfahrt: Wie kommen Mensch und Technik ins Weltall und welchen Bedingungen muss man dort gerecht werden? Wie wird die Erde aus dem All beobachtet und wie werden fremde Planeten, Monde und Asteroiden erforscht?

Am Bremer Institut für Raumfahrtsysteme spielt dabei vor allem die umfassende systematische Herangehensweise eine Rolle. Diesem ganzheitlichen Ansatz entsprechend können die Jugendlichen im DLR\_School\_Lab sogar eine komplette Mars-Mission im Team durchführen – vom Raketenstart über die Landung auf dem Roten Planeten und die Robotersteuerung bis zur Probenanalyse. Dabei erleben sie auch, wie entscheidend das richtige Zusammenspiel für den Erfolg der Mission ist.

Insgesamt lassen sich die hier angebotenen Mitmach-Versuche in drei Themenbereichen zusammenfassen:

- Extreme und Gefahren im Weltraum
- Satellitentechnik und Fernerkundung
- Mars-Mission



Schülerin erkundet mit einem Roboter eine Mars-Landschaft



Laborleiter Dr. Dirk Stiefs erklärt die Funktionsweise einer Wasserrakete

Die Schülerinnen und Schüler erforschen dabei Phänomene wie Vakuum, Schwerelosigkeit und Weltraumwetter. Sie beschäftigen sich mit Infrarot, Radar und Lageregelung und führen Experimente zu den Themen Antriebstechnik, Lande-Navigation, Robotik und Sensorik durch. Diese Versuche können auch unabhängig voneinander durchgeführt werden.

Anhand dieser spannenden Mitmach-Experimente können Schülerinnen und Schüler die aktuellen Forschungsprojekte des DLR kennenlernen und erhalten faszinierende Einblicke in die Welt von Naturwissenschaft und Technik.

Im DLR\_School\_Lab wird unsichtbare Strahlung aus dem Weltall sichtbar gemacht



# Einstiegschancen im Institut für Raumfahrtsysteme

## Jobmöglichkeiten für Studenten

Erfolgreiche Berufswege beginnen nicht erst nach dem Studium: Mit einem Praktikum oder einer studentischen Tätigkeit am Institut für Raumfahrtsysteme bieten wir Studenten die Chance, ihre Kenntnisse in einem unserer vielen faszinierenden Projekte einzusetzen und zu erweitern. Sie übernehmen bei uns von Anfang an Verantwortung für konkrete Teilbereiche und bekommen Feedback zu ihrer fachlichen Leistung.

Unser Institut bietet Praktika unterschiedlicher Länge an. Darunter auch Vorpraktika zum Studium, so dass Studenten noch vor dem Studienbeginn in den spannenden Alltag beim DLR hineinschnuppern können.

Das Institut für Raumfahrtsysteme arbeitet dabei eng mit der Universität Bremen zusammen: Im Rahmen von vier Professuren sowie mehreren Lehraufträgen an der Universität Bremen werden Vorlesungen mit raumfahrt-spezifischen Inhalten von Mitarbeitern des Instituts gehalten.

Der Institutsleiter, Prof. Dr.-Ing. Andreas Rittweger, leitet an der Universität Bremen den Lehrstuhl „Raumfahrttechnik“.

Prof. Dr. rer. nat. Hansjörg Dittus, Mitglied des Vorstands des DLR, leitet an der Universität Bremen den Lehrstuhl „Raumfahrtsysteme“.

Prof. Dr.-Ing. Görschwin Fey, Abteilungsleiter der Abteilung „Avioniksysteme“, leitet die Arbeitsgruppe „zuverlässige eingebettete Systeme“ im Fachbereich 3 (Mathematik und Informatik) der Universität Bremen.

Prof. Dr. Claus Braxmaier, Abteilungsleiter der Abteilung „System Enabling Technologies“, leitet den Lehrstuhl Raumfahrttechnologie an der Universität Bremen und ist Direktor des Zentrums für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM).

**Dipl.-Ing. Silvio Schröder erklärt  
einer Maschinenbaustudentin  
die Versuchsanlage LAMA**



# Ausbildung im Institut für Raumfahrtsysteme

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bietet neben verschiedenen Programmen für Studenten, auch mehrere berufsbildende Ausbildungsgänge an.

Im Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen werden Elektroniker für Geräte und Systeme sowie Kaufleute für Bürokommunikation ausgebildet.

## Elektroniker für Geräte und Systeme

Die Regelausbildungszeit beträgt 3,5 Jahre und wird durch den Berufsschulunterricht begleitet. Ein großer Vorteil der Ausbildung am Standort Bremen ist der direkte Bezug zu praktischen Anwendungen. Aufgebaute Schaltungen, Systeme und andere Komponenten finden ihren direkten Einsatz in Raumfahrtanwendungen.

## Kaufleute für Bürokommunikation

Kaufleute für Büromanagement führen organisatorische und kaufmännisch-verwaltende Tätigkeiten aus. Schwerpunkt der Ausbildung ist die Vermittlung von betriebswirtschaftlichen und betrieblichen Zusammenhängen mit dem ökonomischen Einsatz der neuen Bürokommunikation. Die Regelausbildungszeit beträgt drei Jahre, wobei die Auszubildenden in verschiedenen Sekretariaten, Projektteams und Teilbereichen der Administration (Personal-, Rechnungs- und Beschaffungswesen) am Standort Bremen und bei der DLR-Standortleitung-Nord in Braunschweig eingesetzt werden.

Wir vermitteln den Auszubildenden hierbei nicht nur die nötigen praktischen Fähigkeiten, sondern fördern auch durch ergänzenden Unterricht und Unterstützung bei der Prüfungsvorbereitung. Schritt für Schritt führen wir die Auszubildenden an verantwortungsvolle Aufgaben heran. Wir machen alles, damit sie nach ihrer Ausbildung beim DLR fit für die Arbeitswelt von morgen sind.

Messwerteerfassung im  
Elektroniklabor mit modernem  
Funkmessempfänger



# Das DLR im Überblick

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 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.



DLR

**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

**Institut für Raumfahrtsysteme**

Robert-Hooke-Straße 7  
28359 Bremen, Deutschland

Telefon: +49 421 24420-1101

[DLR.de/irs](http://DLR.de/irs)