



Das Magazin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) · www.DLR.de · Nr. 128 · November 2010

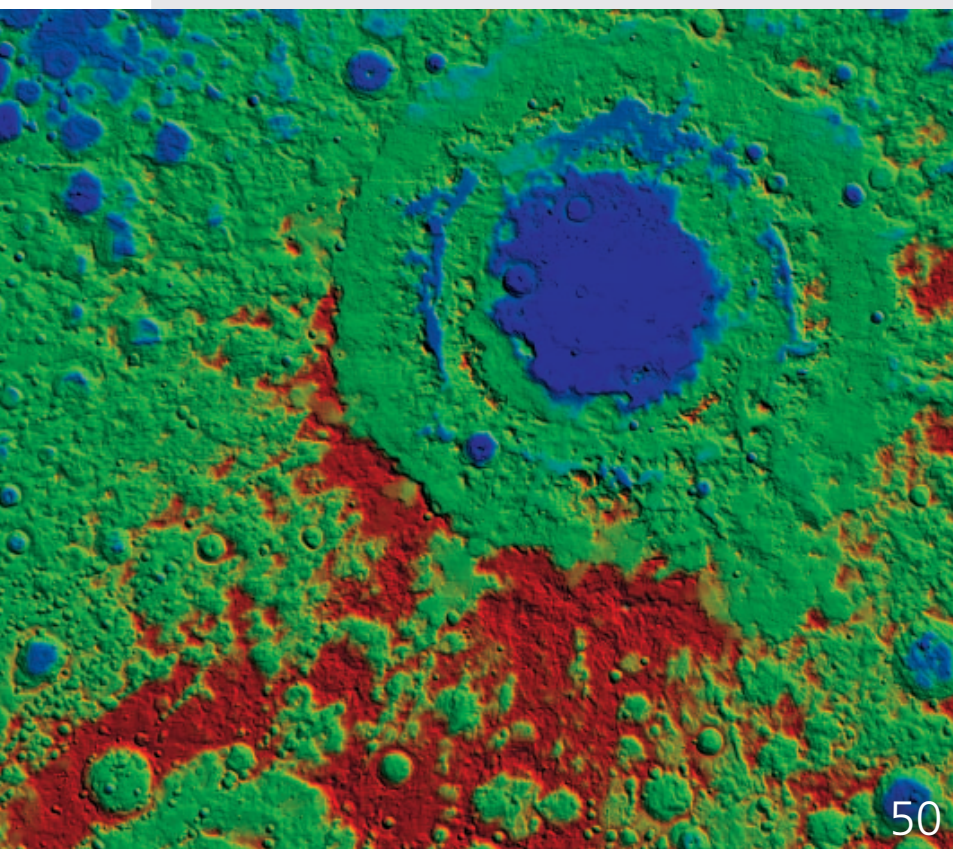
DLR magazin 128

Berechenbares Verhalten

Ob ein Werkstoff versagt oder hält,
verraten Computermodelle

Sicher durch den Tunnel – Katapult für die Forschung
Testfall Südpol – Weltraummedizin im Eis
Im Interview: Topograph des Mondes

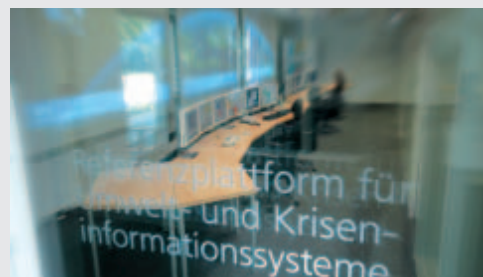
DLR magazin128



Vermessung des Mondes

Das Mare Orientale auf dem Mond. So weit und doch so nah. Der Mond ist 385.000 Kilometer von der Erde entfernt und damit unser nächster Nachbar. Man kann ihn mit bloßem Auge gut sehen, und auf ihm sind schon Astronauten gelandet. – „Doch wissen wir immer noch vergleichsweise wenig über diesen Planeten“, sagt Prof. Dr. Jürgen Oberst, ausgerechnet der Mann, der den Mond kennt wie andere Leute ihre Westentasche. Der Geophysiker leitet die Abteilung Planetengeodäsie am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof. Im Gespräch mit Elisabeth Mittelbach, Weltraum-Redakteurin in der DLR-Kommunikation, berichtet der Wissenschaftler von seiner Beteiligung an den jüngsten Mondmissionen Kaguya der japanischen Raumfahrt-agentur JAXA sowie der 2009 gestarteten Mission Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) der US-Weltraumbehörde NASA.

Editorial	3
EinBlick	4
Leitartikel	6



Wenn die See bebt	8
Informationsnetz im EOC Service Lab	



Weitblick für den Notfall	10
VABENE hilft den Einsatzkräften	

Meldungen	14
-----------	----

Mit Ecken und Kanten ins All	18
SHEFEX II verbessert den Wiedereintritt	

Stabiler, heißer, effizienter	22
CeraStorE bündelt Kompetenzen	

Berechenbares Verhalten	26
Werkstoffe werden im Rechner modelliert	

Die Flamme im Blick	30
Für eine schadstoffärmere Verbrennung	

Regionalmeldungen	34
-------------------	----



Sicher durch den Tunnel	36
Zwei neue Anlagen zur Strömungssimulation	



Wie fahren wir die Autos der Zukunft?

Von der Assistenz zur Automatisierung 40



Per Mausclick durch die Forschung

Neues Internetportal DLR_next 44



Testfall Südpol

Mediziner forschen im Eis für den Weltraum 46

Interview

Jürgen Oberst – Topograph des Mondes 50



Planetare Bildbibliothek

25 Jahre Service für die breite Öffentlichkeit 54

In Museen gesehen

2010 – A Science Odyssey? 56

Buchbesprechung

Stadtplanung aus dem All 58

Rezensionen

62



Liebe Leserinnen und Leser,

Es ist kaum zu glauben, das Jahr neigt sich schon wieder dem Ende zu. Weihnachten wirft seine Schatten voraus, zumindest für diejenigen, die sich dem Geschenkstress ausliefern.

Geschäftig geht es in den letzten Wochen des Jahres auch im DLR zu. Wie so oft ist es die ereignisreichste Zeit des Jahres und das, obwohl wir bisher – aus Sicht der Kommunikation – bereits über 70 Veranstaltungen bestritten haben, mehr als 160 Newsartikel und Pressemitteilungen veröffentlicht wurden und vielen Besuchern in den DLR-Standorten unsere Arbeit nähergebracht werden konnte. Doch dies ist nur die Spitze des Eisbergs. Die Zahl der Projekte, Missionen, Forschungsarbeiten, Tests, Vorträge, Lehraufträge, Dienstreisen und administrativen Vorgänge etc. ist kaum bezifferbar.

Fest steht, dass vor dem Weihnachtsfest noch viel passieren wird. Beispielsweise steht mit der Jahreshauptversammlung eine der wichtigsten Veranstaltungen des DLR auf der Tagesordnung. Zweimal im Jahr tritt das höchste Gremium des DLR, der Senat, zusammen. Er besteht aus 33 Mitgliedern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie sowie aus Vertretern staatlicher Einrichtungen. Traditionell lässt man im „Herbst-Senat“ Ende November unter der Leitung des Vorsitzenden – zurzeit ist dies Herr Staatssekretär Jochen Homann – das vergangene Jahr Revue passieren, es werden mit Spannung erwartete personelle Entscheidungen getroffen und die Ausrichtung für das kommende Jahr wird festgelegt.

Eine wichtige Tradition ist die im Anschluss an die Sitzung stattfindende Abendveranstaltung, die jedes Jahr an einem anderen DLR-Standort und somit auch in einem anderen Bundesland ausgerichtet wird. Dadurch findet zum einen jedes „Sitzland“ des DLR Beachtung, zum anderen werden die verschiedenen Standorte des DLR gewürdigt. Der filmische Jahresrückblick, mittlerweile ein fester Bestandteil der Veranstaltung, wird einmal mehr zeigen, wie vielfältig das DLR ist, wie motiviert seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind, und vor allem, welche exzellente Forschungsarbeit von ihnen geleistet wird. Den Rückblick 2010 können Sie sich im Übrigen auch im Internet unter www.dlr.de anschauen. Oder Sie blättern einfach in unserer neuen Ausgabe des DLR-Magazins und werfen so einen Blick auf die Highlights unseres Wissenschaftsjahres 2010.

Ich wünsche Ihnen nun viel Freude beim Lesen, eine geruhsame Weihnachtszeit und viel Elan für das Jahr 2011.

Sabine Göge

Leiterin DLR-Kommunikation

EinBlick

HALO wird flügge

Auf dem Weg zur Nutzung des neuen Forschungsflugzeugs HALO wurde ein weiterer Meilenstein erreicht: In den letzten Oktobertagen startete HALO zu seiner ersten Mission mit wissenschaftlichen Instrumenten. Mit an Bord ein LIDAR und ein Massenspektrometer des DLR-Instituts für Physik der Atmosphäre, Strahlungssensoren des Forschungszentrums Jülich und der Universitäten Mainz und Leipzig sowie ein Probensammler der Universität Wuppertal. Diese Instrumente kamen bei mehreren Testflügen zum Einsatz. Zuvor waren in einem umfangreichen Flugversuchsprogramm eine komplexe Datenerfassungsanlage sowie speziell entwickelte Sensoren zur Messung meteorologischer Parameter auf Herz und Nieren getestet und kalibriert worden. Nach Abschluss der noch anstehenden Zulassungsarbeiten wird HALO dann im Dienst deutscher und internationaler Forschung fliegen und dank seiner großen Reichweite und Flughöhe der Atmosphärenforschung sowie der Erdbeobachtung mit Spannung erwartete Ergebnisse liefern.



Ortung

Flut

Lageerfassung

Disastermanagement

Information

graphische

Kommunikation

Time Sicherheit

Sicherheit und Forschung

Von Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner



Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner,
Vorstandsvorsitzender des DLR

Ein Grundbedürfnis im Leben ist Sicherheit. Der Begriff bezeichnet einen Zustand, der frei von unakzeptablen Risiken ist. Technisch bedeutet Risiko die multiplikative Verknüpfung von der Wahrscheinlichkeit eines Schadens mit dem Schadensumfang, im täglichen Gebrauch reduziert auf die Gegenüberstellung von Sicherheit und Risiko, beziehungsweise Restrisiko. Konstruktionen, Verfahren, Medikamente, Veranstaltungen, ganze (gesellschaftliche) Systeme sollen sicher sein. Der Begriff „sicher“ erhält in der Gesellschaft für jedes Individuum eine spezielle Bedeutung. Auch wenn im Freizeitbereich wiederholt und gerne höhere Risiken um den Preis des „Kicks“ in Kauf genommen werden, so möchte das Individuum doch, dass die Gesellschaft ihm für das tägliche Leben Sicherheit gewährleistet. Sicherheit – ein Bedürfnis mit besonderen Merkmalen, ein Zustand, der nicht selbstverständlich ist. An ihm muss man arbeiten. Und forschen.

Das DLR beschäftigt sich sehr intensiv mit allen Fragen der Sicherheit, sowohl im unmittelbaren technischen als auch im gesellschaftlichen Bereich. Sicherheitsforschung im DLR umfasst zum einen die Verteidigungsforschung, die dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) z. B. die Beurteilungs- und Beratungskompetenz bezogen auf wehrtechnisch relevante Technologien sichert. Zum anderen werden Vorhaben und Projekte der zivilen Sicherheitsforschung schwerpunktübergreifend bearbeitet, die sowohl Technologien, Systeme, Konzepte und Kompetenzen als auch assoziierte Fähigkeiten hinsichtlich aktiver und passiver Angriffssicherheit unterstützen. Die zivile Sicherheitsforschung im DLR umfasst den Begriff der Betriebssicherheit, wenn der Versagensfall, sei es menschlicher oder technischer Art, eingetreten ist oder wenn ein Naturereignis zerstörerische Wirkungen hatte.

Im Frühjahr 2010 haben wir im DLR den Bereich Sicherheit etabliert. Ein dafür verantwortlicher Programmkoordinator koordiniert und steuert die verschiedenen Aktivitäten mit sicherheitsrelevantem Bezug im DLR. Er stimmt diese mit den Fachvorständen und Programmdirektoren der Schwerpunkte Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr ab und vertritt das Thema Sicherheitsforschung als Hauptansprechpartner nach innen und nach außen. Der DLR-internen Initiierung von neuen Projekten in der zivilen Sicherheitsforschung und der Abstimmung mit Partnern in Bund, Ländern, Industrie und Wissenschaft kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Die Voraussetzungen für die Sicherheitsforschung sind im DLR exzellent. Unsere Kompetenzen und Möglichkeiten reichen über die reine Technikentwicklung weit hinaus und umfassen auch Methoden der sicheren Kommunikation, der Navigation und der Datenfernerkundung. Gerade im Bereich Sicherheit kommt es darauf an, verschiedene Disziplinen systemisch miteinander zu verknüpfen, um über eine reine, singuläre Datenanalyse zu einer zuverlässigen Lagebeurteilung und Empfehlung für konkrete Handlungen zu kommen. So ist das DLR in jüngster Zeit bei den Katastrophen in aller Welt, von dem Erdbeben in Haiti über die Waldbrände in Russland bis zur Überschwemmung in Pakistan, aktiv gewesen und hat aus reinen Daten Informationsprodukte entwickelt, die für die humanitäre Hilfe vor Ort sehr bedeutend waren und sind. Fachübergreifende Konzepte zur Sicherung kritischer Infrastrukturen, z. B. Flughafensicherheit, werden vom DLR genauso thematisch besetzt wie z. B. das Thema maritime Sicherheit.

Das DLR wird sich der Sicherheitsforschung in all seinen Facetten auch in Zukunft aktiv widmen, um die vorhandenen Kompetenzen zum Wohl der Gesellschaft optimal einzusetzen. Sicherheit braucht Forschung. ●

Wenn die See bebt

Indonesien liegt näher an Oberpfaffenhofen, als man denken mag. Zumindest im neu eröffneten Service Lab im DLR-Earth Observation Center (EOC): Dort laufen die Fäden für das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI), für das Weltdatenzentrum für Fernerkundung der Atmosphäre (WDC-RSAT) und eben für die Referenzplattform für Umwelt- und Kriseninformationssysteme (UKIS) zusammen. „Wir verfolgen von hier aus über Monitore, wie sich unser Tsunami-Frühwarnsystem GITEWS in Jakarta verhält“, sagt Ulrich Raape vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR.

Tests im EOC Service Lab für ein noch besseres Informationssystem

Von DLR-Redakteurin Manuela Braun

An mehreren Bildschirmen testen die Wissenschaftler, wie das von ihnen entwickelte Decision Support System (DSS) für den Einsatz in Indonesien weiter verbessert werden kann. „Wir haben eine Kopie der von uns entwickelten DSS-Software hier im EOC Service Lab laufen“, erklärt Projektleiter Raape. Die Software soll im rund um die Uhr besetzten nationalen Warnzentrum in Jakarta für die Mitarbeiter vor Ort alle wichtigen Daten in Echtzeit zusammenführen und ihnen Entscheidungshilfen bieten, ob nach einem Seebeben möglicherweise ein Tsunami im Indischen Ozean bevorsteht. Der Inselstaat hat extrem kurze Vorwarnzeiten für die Evakuierung im Notfall und muss bei Warnsignalen deshalb frühzeitig reagieren. Was den Test in Oberpfaffenhofen besteht, wird in dem südostasiatischen Staat in die Realität umgesetzt, damit das Land und seine Bevölkerung für einen neuerlichen Tsunami besser gerüstet sind. „Alle Informationssysteme, die am DFD oder am Institut für Methodik der Fernerkundung entwickelt werden, können im EOC Service Lab sichtbar gemacht und im präoperationellen Einsatz getestet werden.“

Die räumliche Nähe im neuen Gebäudekomplex in Oberpfaffenhofen setzt auf Synergien. „Der enge Austausch von Wissenschaftlern mit teils verschiedenen Aufgaben ist hier in besonderer Weise möglich“, sagt Prof. Dr. Stefan Dech, Direktor des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums, das zusammen mit dem Institut für Methodik der Fernerkundung das EOC bildet. „Und wir haben mit dem EOC Service Lab eine erste Adresse geschaffen für Wissenschaftler und Kunden, was Fernerkundungsservices zum Management des Planeten Erde anbetrifft.“ Ergebnisse, Fortschritte, aktuelle Ereignisse – die bis zu 30 Wissenschaftler, die zeitgleich in den Räumlichkeiten des EOC Service Lab arbeiten können, haben immer den direkten Draht untereinander. „Besonders positiv ist natürlich, dass Forscher aus ganz unterschiedlichen Disziplinen eng miteinander kommunizieren können. Das inspiriert und schafft Raum für neue Ideen.“ Atmosphärenwissenschaftler sitzen Raum an Raum zum Beispiel mit Entwicklern von Frühwarnsystemen und Spezialisten bei der Auswertung aktueller Daten über Krisenregionen. Leer stehen die Räume des EOC Service Lab deshalb nie, denn besonders das dort neu angesiedelte Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation ist meist rund um die Uhr besetzt und liefert Satelliteninformationen unter anderem bei Naturkatastrophen und

humanitären Notlagen. Zu den jüngsten Projekten, die im EOC Service Lab bearbeitet werden, gehört neben dem Tsunami-Frühwarnsystem die Kartierung von Überflutungsgebieten in Pakistan, im Senegal am Fluss Niger und in Slowenien. Das Weltdatenzentrum für Fernerkundung der Atmosphäre hat ein Projekt zum Abschluss gebracht, mit dem nun aktuelle Prognosen für die Luftqualität in Bayern erstellt werden können. „Die Idee des EOC Service Lab ist es, die Ergebnisse unserer Forschung für brennende gesellschaftliche Aufgaben im Bereich des globalen Wandels und der Zunahme von Naturkatastrophen direkt nutzbar zu machen. Eben Forschung zum Anfassen und stets im Dienste des Menschen“, sagt Dech.

Für Indonesien ist der Erfolg bereits absehbar: Das Decision Support System wird im Warnzentrum von Jakarta die prozessierten Echtzeitdaten, die von Seismometern, Bojen, Drucksensoren und Küstenpegeln gemeldet werden, mit einer Datenbank von Simulationsszenarien zusammenführen. „Und aus all diesen einzelnen Puzzleteilen setzt es dann ein Gesamtpuzzle zusammen, bewertet die Lage und unterstützt die Mitarbeiter im Kontrollraum bei den Entscheidungen“, erklärt Projektleiter Raape. „Wie hoch ist das Risiko? Welche Warnstufe soll in welchem Bereich gelten? – Zu diesen Fragen gibt das System in Echtzeit Empfehlungen.“ Getestet im EOC Service Lab in Oberpfaffenhofen, im Einsatz im Warnzentrum in Indonesien. ●

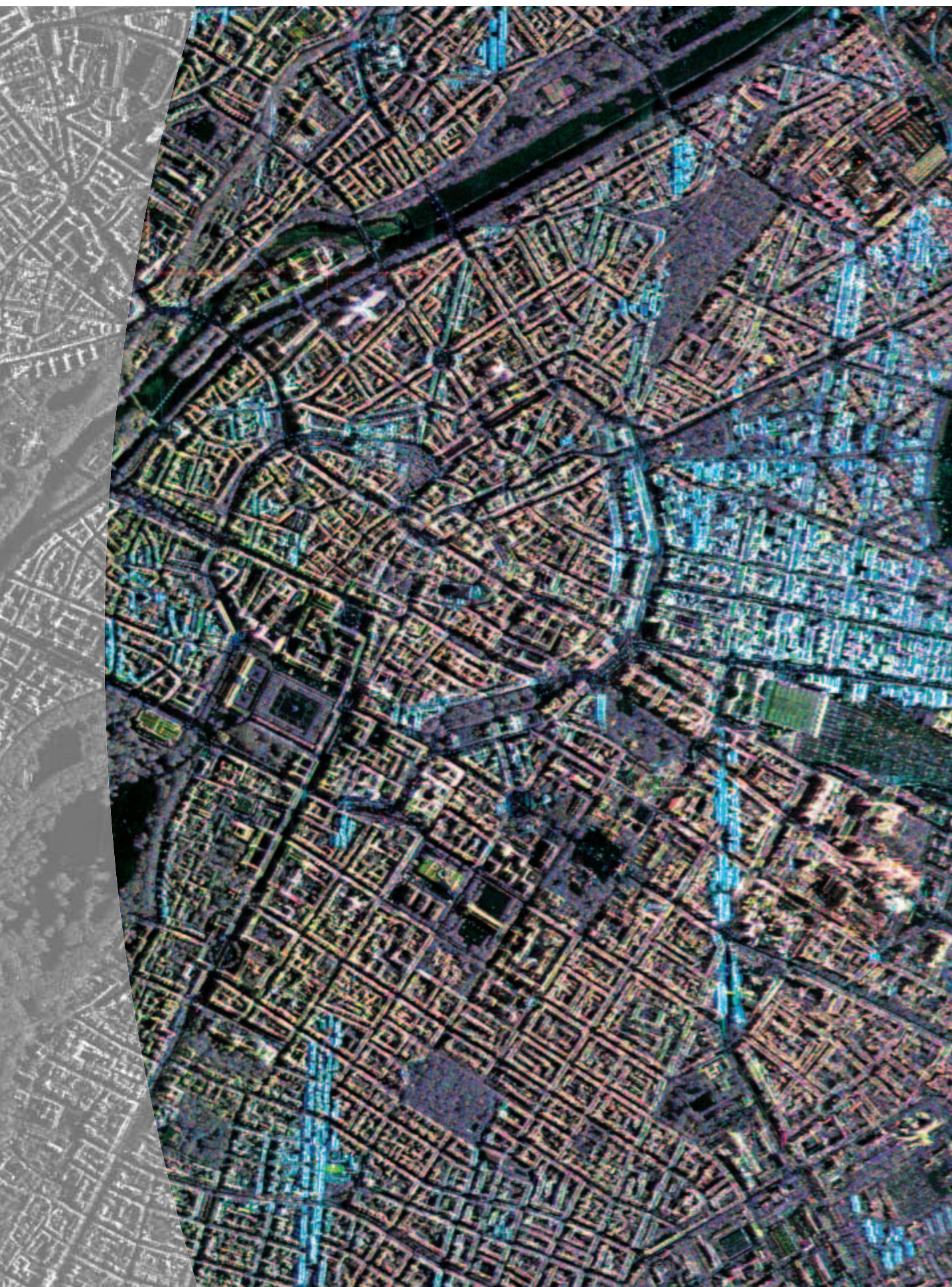
Weitere Informationen:

Earth Observation Center
www.DLR.de/eoc

Zentrum für Satellitengestützte
Kriseninformation
www.zki.DLR.de

World Data Center for Remote
Sensing of the Atmosphere
<http://wdc.DLR.de>





Weitblick für den Notfall

Eine Karawane von Wohnmobilen zieht alljährlich über den Brenner nach Norden. Und überall in Deutschland steigen Betriebsausflügler und Unternehmungslustige in Busse und Autos. Ihr Ziel: das Oktoberfest in München. Für Großereignisse wie dieses entwickelt das DLR im Projekt VABENE Verkehrslösungen. Damit bietet es Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) wie Polizei, Feuerwehr oder Technischem Hilfswerk wirkungsvolle Unterstützung für ihre Einsätze und Entscheidungen.

Das DLR-Verkehrsforschungsprojekt VABENE hilft den Einsatzkräften

Eine Betrachtung von Marc Hohloch, Dr.-Ing. Franz Kurz und Ronald Nippold

Wenn mehrere Millionen Menschen zu einem Großereignis an einen Ort strömen oder sich aufgrund eines Unglücks von einem Ort wegbewegen, wenn viele Straßen gesperrt, überlastet oder nicht befahrbar sind, ist das Funktionieren des Verkehrssystems gefährdet. Doch gerade dann spielt das Verkehrssystem eine unter Umständen lebenswichtige Rolle: Einsatzkräfte benötigen die Verkehrsinfrastruktur für Transport und Logistik. Die Mobilität der Bevölkerung muss aufrechterhalten werden. Das DLR unterstützt die Einsatzkräfte bei ihren Entscheidungen im Rahmen eines Projekts zum Verkehrsmanagement bei Großereignissen und Katastrophen, sein Name: VABENE.

Das Oktoberfest ist ein gutes Beispiel für ein Großereignis. Jahr für Jahr strömen sechs Millionen nationale und internationale Gäste zum größten Volksfest der Welt nach München. Feierfreudige Touristen, die zum Teil mit Wohnmobilen aus Italien anreisen, quartieren sich auf den Campingplätzen in und um die Bayerische Landeshauptstadt ein. Um genügend Platz zu schaffen, werden an der Neuen Messe Riem, dem größten Stellplatz der Stadt, wie auch an der Allianz-Arena Ausweichflächen eingerichtet. Insbesondere der Straßenverkehr ist dann erheblichen Belastungen ausgesetzt – oft mit Spitzen in einer kurzen Zeitspanne. Weiträumige Straßenabsperungen schränken im Bereich der Wiesen die Mobilität der Bevölkerung zusätzlich ein – sie sind für die Gewährleistung der Sicherheit solcher Veranstaltungen unumgänglich. Zusätzlich muss das Verkehrsnetz zahlreiche Logistik-Verkehre zur Ver- und Entsorgung des Festgeländes sowie eine große Zahl von Touristen verkraften. Und: Rettungswege sowie Stellräume für Einsatzkräfte sind zu sichern. Was wie die Quadratur des Kreises anmutet, schreiben sich die Verkehrsexperten als Harmonisierung von Veranstaltungs- und Alltagsverkehr auf die Fahne. Der Veranstaltungsverkehr darf das öffentliche Leben in einer Stadt nicht zum Erliegen bringen. Krankenhäuser, Behörden, Einzelhandel – alle müssen ihren Betrieb aufrechterhalten können. Ein fundiertes Management des Alltags- wie auch des Veranstaltungsverkehrs ist unumgänglich. Kommt es zusätzlich noch zu größeren Unfällen und anderen Störfällen im Straßennetz, droht der Zusammenbruch. Verkehrsbehörden und BOS-Kräfte sind gefordert. Ihnen obliegt es, aufeinander abgestimmte Maßnahmen zu ergreifen. Aktuelle Bilder der Lage können sie dabei unterstützen. Diese aber liegen oft nur unvollständig vor. An diesem Punkt setzt das Projekt VABENE an.

Mit flugzeuggestützten Fernerkundungsdaten können sich Einsatzkräfte schnell über die aktuelle Verkehrslage auch auf Straßenabschnitten ohne stationäre Verkehrssensoren informieren und in Abhängigkeit der gewählten Zoomstufe bei Schadenslagen den Zustand der Infrastruktur beurteilen



© DLRMarkus-Steur.de



Der sogenannte Krisensimulator sorgt im VABENE-System für die Verknüpfung aller vorhandenen Verkehrsdaten aus herkömmlicher Sensorik, Floating Car Data-Systemen und Luftbildern mit zusätzlichen Infrastrukturinformationen zu einer einheitlichen Gesamtverkehrslage und -prognose.

Aktuelle georeferenzierte Luftbilder wie hier vom Oktoberfest 2007 sind eine wertvolle Beurteilungsgrundlage für die Einsatzleitung vor Ort. Gerade bei nicht-stationären Aufbauten wie beim Oktoberfest fehlt den Einsatzkräften oft der Überblick über die räumliche Anordnung der Zelte und Schausteller. Ein georeferenziertes Luftbild kann hier mit anderen geographischen Informationssystemen (GIS) überlagert werden und ermöglicht einen besseren Überblick. Damit sind beispielsweise die Dichte von Personenströmen sowie kritische Situationen großflächig erkennbar.

Verkehrslageerfassung

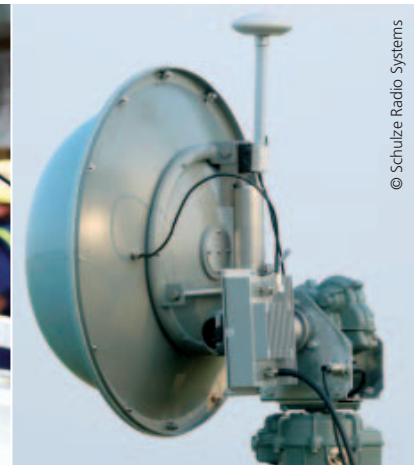
Die Verkehrslage muss nicht nur möglichst umfassend, sondern auch einheitlich dargestellt werden. Das ist die Basis aller Entscheidungen. Dazu verknüpfen die Verkehrsforscher unterschiedliche Datenquellen sowohl von Autobahnen als auch von Bundes- und Stadtstraßen. Ein herkömmliches System, um Verkehrsdaten zu gewinnen, besteht aus in die Fahrbahndecke eingelassenen Induktionsschleifen oder Überkopfsensoren auf Radarbasis. Diese reagieren auf die sie passierenden Fahrzeuge und können deren Anzahl und Geschwindigkeit messen. Jedoch erlauben diese stationären Messsysteme stets nur eine Momentaufnahme des aktuellen Verkehrsgeschehens an wenigen ausgewählten Punkten. Deshalb wurden sie von den Verkehrsforschern vielerorts um sogenannte Floating Car Data (FCD) ergänzt. Diese Technologie verwendet die mit GPS (Global Positioning System) erhobenen Positionsdaten von Fahrzeugflotten, die unter der Kontrolle eines Dispositionssystems stehen. Die maßgeblich im DLR entwickelte FCD-Technologie nutzt hierfür Taxi-Flotten: Anhand der Positionsdaten der im Verkehr mitschwimmenden Taxis kann die Geschwindigkeit, mit der der Verkehr fließt, ermittelt werden. Wenn eine hinreichend große Anzahl von Taxis Positionsinformationen liefert, können die Verkehrslage und die Fahrgeschwindigkeiten auf den einzelnen Straßenabschnitten inzwischen recht genau bestimmt werden.

Luftmonitoring

Straßenabschnitte, über die keine oder lediglich qualitativ nicht gesicherte Informationen vorliegen, können über ein luftgestütztes Monitoringsystem erfasst werden. Dieses System besteht aus einem hochauflösenden optischen Kamerasystem und einem radarbasierten Sensorsystem. Mit beiden Sensoren lassen sich große Flächen mit hoher Auflösung aus der Luft erfassen, mit dem Radarsystem sogar auch bei schlechten Sicht- und Wetterbedingungen sowie bei Nacht. Bei Sonderereignissen wie Großveranstaltungen oder Katastrophen kann das am DLR entwickelte luftgestützte Monitoringsystem weitere entscheidende Erkenntnisse liefern. Hierfür ist am Sonderforschungsbereich Flughafen Oberpfaffenhofen ein mit Kamerasystemen und einer Funkübertragungseinheit ausgestattetes DLR-Flugzeug stationiert, um für bestimmte Straßenzüge innerhalb und außerhalb des Einsatzgebiets das Verkehrsaufkommen zu erfassen und Lagebilder großflächig aufzunehmen. Die dabei erzeugten Luftbilddaten werden noch an Bord des Flugzeugs weiterverarbeitet und innerhalb von wenigen Minuten an eine Bodenstation übertragen. Bei einer erreichten Bodenpixelgröße von 15 Zentimetern sind zahlreiche Details in den Bildern erkennbar, zum Beispiel die Dichte von Fußgängerströmen oder Beschädigungen an der Verkehrsinfrastruktur. Aus kurz hintereinander aufgenommenen Serienbildern können die Verkehrsforscher zudem Daten zu den Positio-



Das EmerT-Portal (Emergency mobility of rescue forces and regular Traffic) im Einsatz bei einer THW-Großübung im September 2009



© Schulze Radio Systems

Die mobil einsetzbare Bodenstation empfängt die Bild- sowie Verkehrs- und Infrastrukturdaten vom DLR-Flugzeug aus bis zu 60 Kilometer Entfernung

nen und Geschwindigkeiten von Fahrzeugen ermitteln und diese Informationen automatisch aus den Bildern extrahieren. Die Luftbilder werden dafür georeferenziert, also mit der Position am Boden in Übereinstimmung gebracht. Von der Bodenstation aus werden die Luftbilder und die daraus generierten Verkehrsdaten in das EmerT-Portal (Emergency mobility of rescue forces and regular Traffic) im Traffic Tower in Berlin-Adlershof eingespeist. Über dieses Internet-Portal haben registrierte Nutzer wie die Polizei München Zugriff auf die Daten.

Darüber hinaus können die georeferenzierten Bilder zu Karten weiterverarbeitet werden. Diese dienen den Einsatzstellen zur Lageübersicht. Darin sind automatisch generierte Informationen über die aktuelle Verfügbarkeit der Verkehrsinfrastruktur eingeblendet, beispielsweise die Belegung von Parkplätzen oder sonstigen Freiflächen. BOS-Kräfte können auf dieser Grundlage zum Beispiel weitere Parkplätze ausweisen oder Umleitungen einrichten.

Krisensimulation

Im sogenannten Krisensimulator – der im DLR entwickelten Simulations-Software „Simulation of Urban Mobility“ (SUMO) – werden die mit herkömmlichen Sensoren, Floating Car Data-Systemen und Luftbildern erhobenen Verkehrsinformationen mit weiteren Lage- und Infrastrukturinformationen zusammengeführt. So entsteht ein Gesamtverkehrsbild für die betroffene Region – das ist die Grundlage für alle weiteren Dienste. Mit Hilfe von Simulationen, die zeigen, wie sich die Verkehrslage zum Beispiel durch eingeleitete Maßnahmen ändern würde, können automatisch Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Da die Situation mit VABENE einheitlich und aus einer Gesamtsicht bewertet werden kann, sind die Einsatzkräfte in der Lage, Entscheidungen besser zu koordinieren und Auswirkungen objektiver zu bewerten.

Das Forschungsprojekt VABENE bietet darüber hinaus weitere für das Verkehrsmanagement bei Großereignissen relevante Funktionen: So können optimale Routen für Einsatzkräfte auf Basis der aktuellen Verkehrslage ermittelt, der Auslastungsgrad von Parkplätzen und Ausweichflächen über das Luftmonitoringssystem festgestellt und Verkehrsinformationen für die Bevölkerung bereitgestellt werden.

„Die vom DLR gelieferten Informationen zur Verkehrslage und -prognose unterstützen die Arbeit der Polizei München bei

der Abwicklung der Besucherströme“, beschrieb Polizeioberst Siegfried Benker vom Polizeipräsidium München den Nutzen des Projekts VABENE während des Oktoberfests 2010. „Über die Verkehrsprognosefunktion des EmerT-Portals lassen sich schon im Vorfeld mit recht hoher Wahrscheinlichkeit potenzielle Engpässe im Straßennetz erkennen, auf welche wir reagieren können“, so Benker. „Die aus aktuellen Luftbildern generierten Aussagen zum Belegungsgrad der Stellflächen, z. B. an der Messe Riem, sind bei Großveranstaltungen von besonderer Bedeutung.“

Die Wissenschaftler des DLR werden diese Unterstützung für das Verkehrsmanagement von Katastrophen und Großereignissen noch bis 2013 weiter optimieren. Mit dem EmerT-Portal im Projekt VABENE steht das DLR aber schon heute den Einsatzkräften zur Seite. ●

Autoren:

Dipl.-Ing. Marc Hohloch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Verkehrsmanagement am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Berlin-Adlershof und leitet das Projekt VABENE.

Dr.-Ing. Franz Kurz ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Photogrammetrie und Bildanalyse am DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung im DLR Oberpfaffenhofen beschäftigt. Als Spezialist für Photogrammetrie ist er für die Bildauswertung zuständig.

Dipl.-Ing. Ronald Nippold ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Verkehrsmanagement am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Berlin-Adlershof tätig. Als stellvertretender Projektleiter von VABENE ist er für die Bewertung der Verkehrslage sowie für die Entwicklung von Entscheidungsunterstützungswerkzeugen verantwortlich.

Weitere Informationen:

<http://vabene.DLR.de>



Die Antenne empfängt die Daten der beiden DLR-Radarsatelliten, sie hat einen Durchmesser von 13 Metern. Die Lage der Station im Norden Kanadas garantiert bestmöglichen Empfang.

DLR-Satellitenempfangsstation im kanadischen Inuvik

In Inuvik, der nördlichsten Ortschaft Kanadas, die ganzjährig per Straße erreichbar ist, hat das DLR eine Satellitendatenempfangsstation in Betrieb genommen. Sie dient vor allem dazu, die Daten der deutschen Satellitenmission TanDEM-X zu empfangen. Über die 13 Meter große Antenne können neben den Partnerländern Deutschland und Kanada Wissenschaftler aus der ganzen Welt auf die Radardaten zugreifen.

Das DLR kooperiert seit vielen Jahren mit der kanadischen Raumfahrtagentur CSA und dem kanadischen Zentrum für Erdbeobachtung CCRS. Die Lage der Empfangsstation nördlich des Polarkreises in der westlichen Arktis garantiert pro Tag mehrfache längere Sichtkontakte zu allen polumlaufenden Erdbeobachtungssatelliten und einen nahtlosen Empfang der Daten. Diese Eigenschaft ist wichtige Voraussetzung für die am 21. Juni 2010 gestartete Satellitenmission TanDEM-X. Im Rahmen der Mission zur dreidimensionalen Vermessung der Erdoberfläche wird pro Tag eine Datenmenge von bis zu 350 Gigabyte aus dem Speicher der hochauflösenden Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X ausgelesen und zum Boden übertragen. Für den Transfer dieser gewaltigen Datenmenge ist täglich mehrfacher Sichtkontakt und eine Verbindungsdauer von insgesamt über zweieinhalb Stunden notwendig.

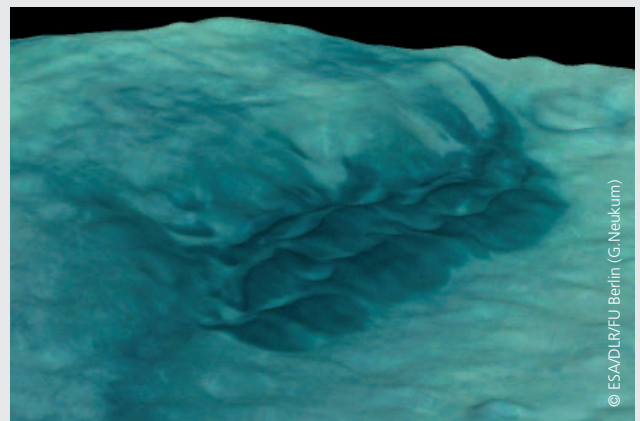
Das DLR verfügt bereits über eine polnahe Empfangsstation auf der antarktischen Halbinsel O'Higgins und war seinerzeit der Pionier im Aufbau und Betrieb einer Bodenstation in der Antarktis. Zusätzlich stehen dem DLR über seinen Partner Swedish Space Corporation (SSC) auch im nordschwedischen Kiruna Empfangsanlagen zur Verfügung. Die neue Station in Kanada erweitert das weltweite DLR-Netz von Empfangsstationen, das vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR in Oberpfaffenhofen betrieben wird.

www.DLR.de/blogs/tandem-x
www.asc-csa.gc.ca

Analogien zwischen Mars und Hawaii

Dunkle Dünen auf dem Mars ähneln Dünen auf der Erde. Das lässt sich aus Mineralproben aus der Ka'u-Wüste auf Hawaii und Spektraldaten von Mars-Dünen schließen: Die Dünen haben einen verwandten vulkanischen Ursprung. Unterschiede bestehen in der Verwitterung. Terrestrische Dünen absorbieren Wasser aus Niederschlägen. Da es auf dem Mars nicht regnet, kommt es dort zu keiner chemischen Verwitterung. DLR-Planetenforscher schließen daraus, dass die dunklen Dünen auf dem Mars entstanden, nachdem das Wasser verschwunden war, also etwa ab einem Zeitpunkt vor 100 Millionen Jahren.

www.DLR.de/pf



Dunkle Düne der Thaumasia-Region auf dem Mars

© ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

Mango und Tango umrunden in präziser Formation die Erde



Der Satellit Tango, aufgenommen mit einem Digital Video System von Mango aus

© Swedish Space Corporation (SSC)

Die schwedische Satellitenmission PRISMA ist in ihrer zweiten Phase: Der Formationsflug der beiden Satelliten Mango und Tango hat begonnen und damit auch Experimente des DLR, unter anderem mit einem neuen Navigationssystem. Es wurde vom Deutschen Raumfahrtkontrollzentrum (GSOC) des DLR in Oberpfaffenhofen entwickelt und birgt einen nur scheckkartengroßen GPS-Empfänger in sich. Auch das gesamte Guidance, Navigation & Control System (GNC) stammt vom GSOC. Daten des Tango-Empfängers werden zum Hauptsatelliten Mango übertragen. Aus dem Vergleich kann der Abstand beider Satelliten in Echtzeit auf bis zu zehn Zentimeter genau bestimmt werden. Mango kann damit seine Bahn in Bezug zu Tango präzise kontrollieren und eine vorgegebene Flugbahn autonom einhalten.

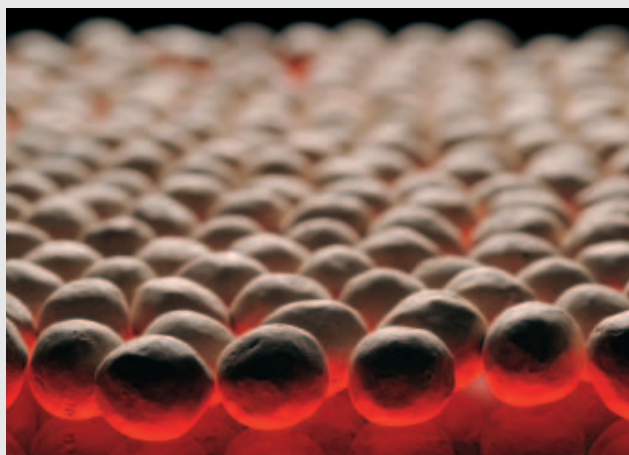
PRISMA hat zum Ziel, bordautonome Kontrolle von Satelliteninformationen und die Annäherung an andere Raumflugkörper zu demonstrieren. Die beiden Satelliten Mango und Tango starteten am 15. Juni 2010 und waren zunächst starr miteinander verbunden. Nach ihrer erfolgreichen Trennung umrunden sie auf eng verschlungenen Bahnen die Erde und bewegen sich dabei weiter und näher umeinander. Damit bieten sie den beteiligten Wissenschaftlern ein weltweit einmaliges Testfeld, um verschiedene Verfahren des autonomen Formationsfluges und des Rendezvous von Satelliten zu erproben.

Der nächste Schritt ist für das Frühjahr 2011 geplant. Dann wird das GSOC den operationellen Betrieb übernehmen. Damit ist das DLR bei PRISMA mit Schlüsselaufgaben sowohl im Weltraum als auch am Boden beteiligt. Langfristiges Ziel dieser Beteiligung ist es, Rendezvous & Docking-Manöver wie sie bei On-Orbit Servicing-Missionen oder auch in der Weltraumrobotik benötigt werden, zu erproben und vorzubereiten.

www.DLR.de/rb
www.prismasatellites.se/

Forschungspreis für Energiespeicherkonzept

Ein neuer Wärmespeicher für solarthermische Kraftwerke aus dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat im Rahmen der Forschungsinitiative des Energiekonzerns E.ON eine Projektförderung in Höhe von einer Million Euro erhalten. Die Energie der Sonnenstrahlen wird dabei als Wärme in kostengünstigen Feststoffen gespeichert. Ziel des Projekts ist es, eine technisch und wirtschaftlich attraktive Lösung für den kommerziellen Einsatz in Solarkraftwerken zu entwickeln. Der Speicher ist mit einer Leistung von 500 Kilowattstunden und Tests bei Temperaturen bis zu 400 Grad Celsius geplant. Im Jahr 2013 wollen die DLR-Forscher die Ergebnisse in einer Demonstrationsanlage vorstellen.



Bei einem Feststoffspeicher für solarthermische Kraftwerke können verschiedenste Formen und Materialien zum Einsatz kommen, vom Naturstein über Beton bis hin zu Kochsalz. Das DLR untersucht entsprechende Konzepte.

Energiespeicher werden in solarthermischen Kraftwerken benötigt, um elektrische Energie auch nachts und in Zeiten geringer Solarstrahlung bereitzustellen und damit die Laufzeiten der Turbinen entscheidend zu verlängern. Der Einsatz von Speichern ist technisch bereits machbar. Bei den gängigen Flüssigsalzspeichern müssen die Kraftwerksbetreiber jedoch hohe Investitionskosten in Kauf nehmen. Das DLR untersucht deshalb kostengünstige Feststoffe wie Naturstein oder Beton als Speichermaterialien.

Energiespeicher werden in solarthermischen Kraftwerken benötigt, um elektrische Energie auch nachts und in Zeiten geringer Solarstrahlung bereitzustellen und damit die Laufzeiten der Turbinen entscheidend zu verlängern. Der Einsatz von Speichern ist technisch bereits machbar. Bei den gängigen Flüssigsalzspeichern müssen die Kraftwerksbetreiber jedoch hohe Investitionskosten in Kauf nehmen. Das DLR untersucht deshalb kostengünstige Feststoffe wie Naturstein oder Beton als Speichermaterialien.

www.DLR.de/et



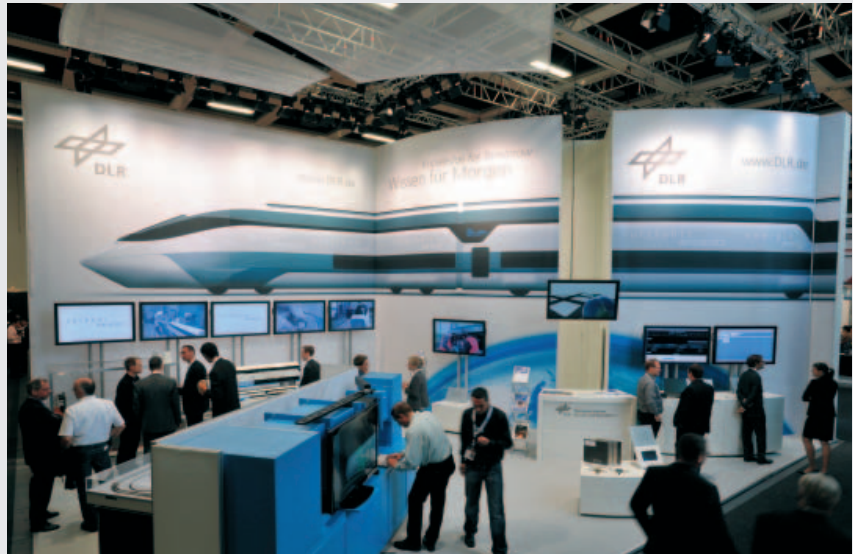
DLR-Wissenschaftler Dr. Wolf-Dieter Steinmann empfängt den E.ON Research Award

Leichte Spitze für den Zug der Zukunft

Mit einer erstaunlich leichten Spitze (Nase) am Triebkopf des Zuges wird dieser leichter und Energie kann eingespart werden. Die Neuentwicklung ist Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des DLR für den „Next Generation Train“, den Zug der Zukunft.

Wie eine solche leichte Zugsnase bei einem eventuellen Aufprall reagiert, zeigt Projektleiter Dr. Joachim Winter in einem Kurzfilm, der anlässlich der internationalen Schienenverkehrsmesse Innotrans 2010 vom DLR produziert wurde. Auf bisherigen Triebzügen nehmen Crashelemente, die mit einer Haube abgedeckt sind, die Lasten aus einem Auffahrunfall auf. Die auf der Messe vorgestellte Lösung des DLR zeigt eine glasfaserverstärkte Triebzugsnase, die selbst das Crashelement ist, und die dafür sorgt, dass die dahinterliegende Fahrzeugstruktur unbeschädigt bleibt. Durch einen einfachen Austausch der Triebzugsnase erfolgt die Reparatur. Dies wurde auf dem DLR-Messestand mit einer Modell-Crashanlage den Messebesuchern live demonstriert.

www.DLR.de/ngt-webcast



Am Stand des DLR auf der Innotrans zeigten DLR-Wissenschaftler einen Querschnitt aktueller Forschungsthemen aus dem Schienenverkehr. Ein Schwerpunkt ist das Projekt „Next Generation Train“ (Zug der Zukunft). Auch Fragen des Schienenverkehrsmanagements und der zuverlässigen Ortung von Zügen stellte das DLR anhand von anschaulichen Exponaten dar.

Rosetta-Lander aus LEGO®-Steinen

Das Modell des europäischen Kometenjähgers Rosetta aus LEGO®-Steinen soll Teil von Lehrmaterialien zur Mission Rosetta werden. Das Projekt wird vom DLR, der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der LEGO-Group unterstützt. Der LEGO-Lander wurde im Rahmen des European Planetary Science Congress (EPSC) von Ingenieurstudenten der Universität Rom und Kunststudenten des European Institute of Design im September 2010 in Rom erstmals präsentiert.

Beim Nachbau spezifischer Funktionalitäten des Landegeräts Philae mit Hilfe von LEGO® MINDSTORMS® konnten sich die Studenten mit der Mission zum Kometen Churyumov-Gerasimenko vertraut machen. Experten der ESA, des DLR und des LEGO® MINDSTORMS®-Teams standen hierbei mit Rat und Tat zur Seite.



Ingenieurstudenten der Universität Rom während des Tests. Die charakteristische Form des Rosetta-Kometenlandegeräts Philae ist bereits gut erkennbar.

Der Nachbau des Landegeräts ist nicht einfach. Philae verfügt über „Eisschrauben“ an den Beinen, die sich mit Hilfe der bei der Landung gewonnenen Energie in die Oberfläche bohren. Außerdem ist der Lander mit einer Harpune ausgestattet, mit der er auf der Oberfläche gehalten wird. Mit dem Schub eines an der Oberseite angebrachten kleinen Triebwerks wird das Landegerät in Position gehalten, während Schrauben und Harpune ihre Arbeit erledigen. Viele dieser Eigenschaften können mit Hilfe des Modells und eines normalen PCs nachgebildet werden. Für die Studenten war es eine Gelegenheit, die Arbeit der Weltraumingenieure besser zu verstehen und mit dem Modell eigene Lösungsentwürfe zu entwickeln. In Zukunft soll das Material in Schulen und Universitäten in ganz Europa eingesetzt werden. Dazu gehört auch ein Film: In „Rosettas Landung auf einem Kometen“ (Dauer: 20 Minuten) werden die wissenschaftlichen und technischen Aspekte der Kometenmission Rosetta erläutert. Der Film kann auf den DLR-Internet-Seiten angesehen werden:

www.DLR.de/de/philae/lego

Alle Videos zum Projekt:

www.vimeo.com/channels/rosettascomettouchdown



Kontrollblick auf die dunklen Absorberrohre im Strahlungsempfänger

SOLHYCO ging in Spanien in Betrieb

Im südspanischen Almería haben DLR-Energieforscher zusammen mit Partnern aus Europa, Brasilien und Mexico das solare Hybrid-Kraftwerk SOLHYCO in Betrieb genommen. Solange die Sonne scheint, wird das Kraftwerk mit Solarenergie betrieben, in der Nacht und bei Bewölkung kann mit Dieseltreibstoff zugefeuert werden. Wird das Kraftwerk mit Biotreibstoff befeuert, kann es rund um die Uhr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen. Das Kleinkraftwerk ist in der Lage, circa 50 Haushalte mit Strom zu versorgen. Die DLR-Forscher planen, das Prinzip des Hybridkraftwerks weiterzuentwickeln und ein 5-Megawatt-Kraftwerk zu konzipieren.

www.DLR.de/tt

Brennstoffzellenflugzeug zweiter Generation

Das weltweit erste pilotengesteuerte, mit Brennstoffzellen startfähige Flugzeug Antares DLR-H2 bekommt einen Nachfolger: Antares H3. Es wird vom DLR und der Firma Lange Research Aircraft GmbH gemeinsam entwickelt und soll in Flugdauer und Reichweite neue Maßstäbe setzen. Der Erstflug ist für das Jahr 2011 geplant. Der verwendete Kraftstoff Wasserstoff wird in einer direkten elektrochemischen Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft, ohne Verbrennung, in elektrische Energie umgewandelt. Während der partikelfreien Reaktion entsteht als Reaktionsprodukt nur Wasser. Wird der Wasserstoff durch regenerative Energien hergestellt, fliegt der Motorsegler kohlendioxid-neutral.

www.DLR.de/tt

www.lange-aviation.com



Die Antares H3 soll in Flugdauer und Reichweite neue Maßstäbe setzen

FLUGANGST-PORTAL

www.erklaert.de

Angst vorm Fliegen? Wissen, was in der Luft passiert, kann helfen. Selbst komplizierte Themen wie Flugplanung und -durchführung (einschließlich Navigation!) werden hier erläutert, schlüssig und allgemeinverständlich. Der Clou: die detaillierte Vorstellung eines Airbus- und eines Boeing-Cockpits. So lässt sich Vertrauen aufbauen.

ZUKUNFT DER ENERGIE

<http://tinyurl.com/zukunft-energie>

Auf einer multimedialen Deutschlandkarte der Energieerzeugung zeigen Ingenieure der Branche, wie sie sich die Energiebereitstellung von morgen vorstellen – reichhaltige und vielfältige Website.

VERSTÄNDLICHE WISSENSCHAFT

www.wissenschaft-im-dialog.de

Ob Features, Kalender oder Tipps – die Seite von Wissenschaft im Dialog wartet zum Ende des Jahres der Energie noch einmal mit allerlei Wissenswertem für Groß und Klein auf, zum Beispiel einem ebenso lehrreichen wie originellen Interviewfilm „Was ist Energie“ auf der Kinderseite.

TÄGLICHER BLICK INS ALL

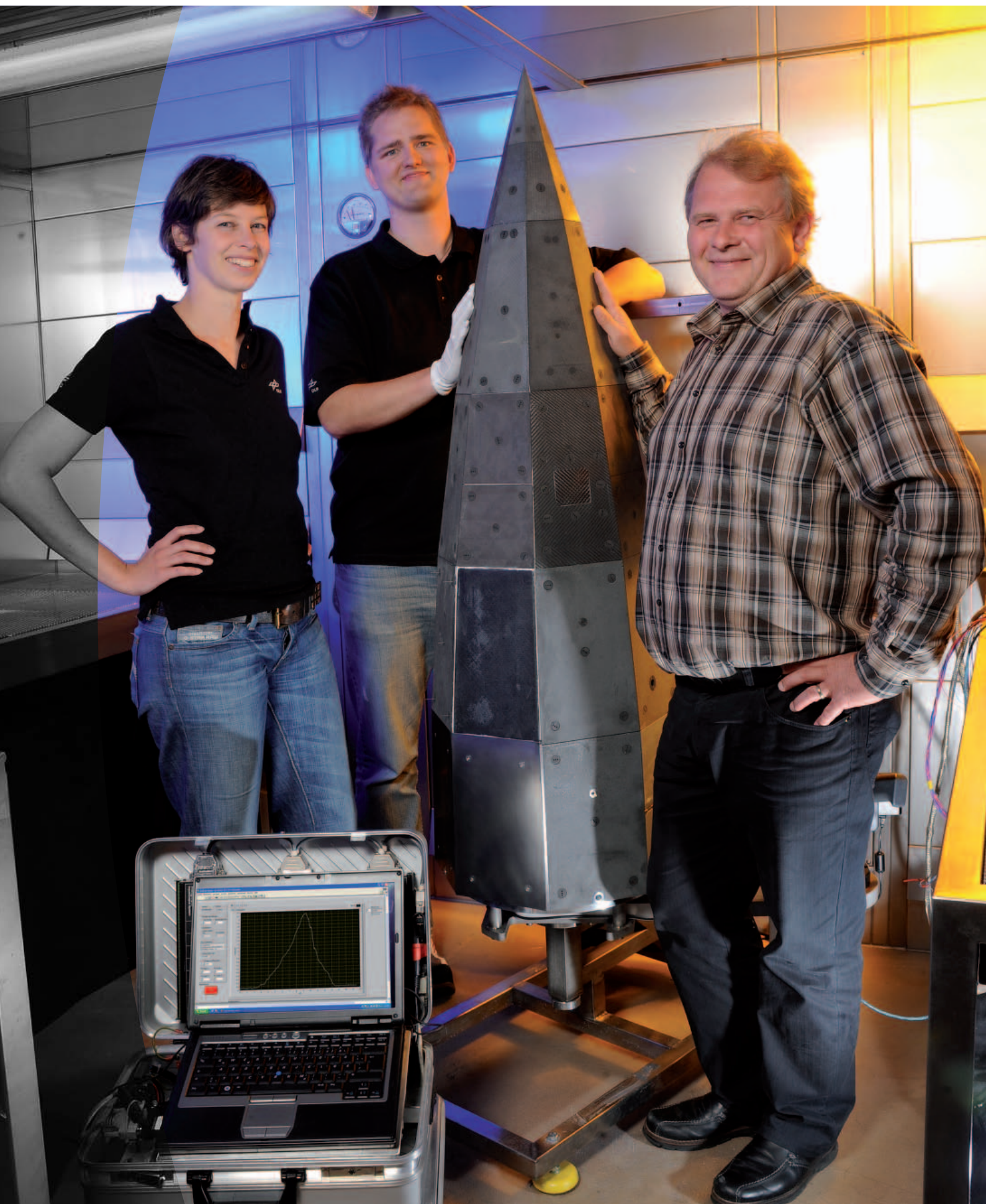
<http://apod.nasa.gov>

Spektakulär, atemberaubend oder einfach nur wunderschön: Mit dem „Astronomy Picture of the Day“ gewährt die NASA Tag für Tag neue Einblicke in die Weiten des Universums. Zu jedem Bild gibt es kurze und verständliche Erklärungen.

FÜR WELTRAUMFANS

www.sci.esa.int

Hier können bild- und bildungshungrige aus dem Vollen schöpfen: Die Wissenschafts-Webseiten der ESA (nur englisch) haben alles: jede Menge Informationen, Missionsbeschreibungen, Satellitenmodelle und vor allem beeindruckende Bilder und Videos. Das Niveau des Angebots reicht von streng wissenschaftlich bis leicht verständlich – hier findet jeder etwas Interessantes.



Mit Ecken und Kanten ins All

Es ist ein deutsches Projekt mit dem Potenzial, der Raumfahrt neue Möglichkeiten zu eröffnen: Um den Flug ins All und zurück zur Erde sicherer, billiger und flexibler zu machen, entwickelte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt das experimentelle Raumfahrzeug SHEFEX II. Das Flugprojekt verwendet neuartige Technologien wie ein scharfkantiges Hitzeschild mit einer aktiven Kühlung.

SHEFEX II bringt frischen Wind in die Wiedereintrittstechnologie

Von Jens Wucherpennig

Anfang 2011 soll SHEFEX II (Sharp Edge Flight Experiment, scharfkantiger Flugversuch) vom australischen Testgelände Woomera starten. Es ist in mehrfacher Hinsicht ein einzigartiges Raumfahrzeug. Bereits auf den ersten Blick fällt eine Besonderheit auf: Im Unterschied zu bisherigen Raumfahrzeugen ist – in Anknüpfung an den erfolgreichen Erstflug von SHEFEX I – die Außenhaut nicht gerundet, sondern scharfkantig. Außerdem soll mit SHEFEX II erstmals eine aktive Kühlung des Hitzeschildes in der Raumfahrt getestet werden. Und: Es ist das einzige allein von Deutschland finanzierte und durchgeführte Projekt eines Raumfahrzeugs, das automatisch gesteuert zur Erde zurückkehren kann.

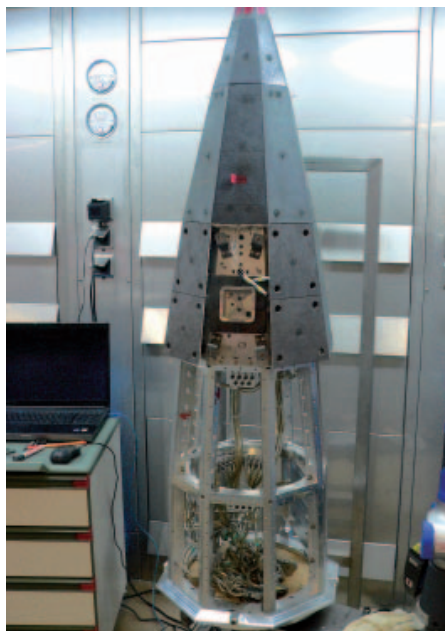
Das zwei Meter lange Raumfahrzeug wurde nach dreijähriger Entwicklungszeit im Herbst 2010 im DLR Oberpfaffenhofen umfangreichen Tests unterzogen und auf die Spitze einer zweistufigen Höhenrakete montiert. Diese soll Anfang 2011 vom australischen Testgelände Woomera aus starten. Mit diesem zweiten Flug im Rahmen des SHEFEX-Programms des DLR wird das scharfkantige Design mit neuartigem Hitzeschutz und innovativer Steuerung weiteren Tests unterzogen.

Wie ein fliegender Windkanal

Zahlreiche Sensoren sollen im Flug die aerodynamischen Effekte und das Verhalten des Raumflugkörpers beim Wiedereintritt in die Atmosphäre messen. Der Wiedereintritt gilt als einer der kritischsten Momente in der Raumfahrt. Wie ein fliegender Windkanal soll SHEFEX II dabei Erkenntnisse für die weitere Entwicklung liefern. Kern der „Spitzen“-Technologie sind 160 Sensoren, die von der Abteilung Hyperschalltechnologie im DLR Köln eingebaut wurden. Sie sollen während des Fluges Druck, Wärmefluss und Temperatur in der Nutzlastspitze messen. Die Erkenntnisse über die Vorgänge an der Außenhaut des Flugkörpers bei zu erwartenden Temperaturen von mehr als 2.000 Grad Celsius zählen zu den wertvollsten Ergebnissen eines solchen Flugversuchs.

Mit SHEFEX II werden neun verschiedene Hitzeschutzsysteme getestet. Dies sind größtenteils Entwicklungen aus Faserkeramik des DLR in Stuttgart und Köln, aber auch Experimente der deutschen Raumfahrtindustrie (EADS Astrium und MT-Aerospace) und internationaler Partner (Boeing) fanden in der facettierten Außenhaut Platz.

Das Herzstück von SHEFEX II: Der kantige Vorkörper nach dem Zusammenbau in Stuttgart. Hannah Böhrk, Henning Elsäßer und Projektleiter Hendrik Weihs (v. l.) haben es geschafft – nun sehen sie mit Spannung dem Start des neuen Raumflugkörpers Anfang 2011 entgegen.



Schritt für Schritt nimmt SHEFEX Gestalt an



Die letzten der eckigen Hitzeschutzkacheln werden montiert



Die facettierte Form des Hitzeschutzes verspricht auch bessere aerodynamische Eigenschaften

Deutschland als Vorreiter

„Deutschland nimmt damit eine Vorreiterrolle ein, was fortschrittliche Rückkehrsysteme betrifft“, erklärt Projektleiter Hendrik Weihs vom DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung in Stuttgart das nationale SHEFEX-Programm. Blickt er in die Zukunft, sieht er das Programm in ein europäisches – möglicherweise bemanntes – Raumfahrtssystem münden. Die Idee für SHEFEX ist es, möglichst kostengünstig eine neue Wiedereintrittstechnologie im Flugexperiment zu erforschen. Dazu wird die Testkapsel auf die Spitze einer relativ preiswerten Höhenforschungsrakete gesetzt.

Der Vorgänger, SHEFEX I, war im Jahr 2005 von Nord-Norwegen aus gestartet. Als Trägersystem wurde damals eine Kombination aus einer brasilianischen VS-30 Unterstufe und einer HAWK-Rakete als Oberstufe verwendet. Nach dem Start erreichte SHEFEX über dem Nordmeer eine Höhe von 211,5 Kilometern und trat mit fast siebenfacher Schallgeschwindigkeit wieder in die Erdatmosphäre ein – schnell genug also, um an der Spitze der SHEFEX-Nutzlast Temperaturen bis 1.600 Grad Celsius zu erzeugen. Derart hohe Temperaturen sind typisch für einen in die Erdatmosphäre eintauchenden Raumflugkörper. Die Experimentaleinheit blieb während des Wiedereintritts an die Orion-Rakete gekoppelt, um deren Ruderflächen zur Stabilisierung der Fluglage zu nutzen.

Wertvolle Messergebnisse trotz Verlust von SHEFEX I

Nach einer Flugdauer von rund neun Minuten sollte SHEFEX I etwa 200 Kilometer vom Standort entfernt wassern. Während der Echtzeit-Videoübertragung von Bord der Rakete war zu sehen, dass das Bergungssystem – ein Fallschirm mit Schwimmkörper – zu früh ausgelöst wurde, in zu großer Höhe und bei zu hoher Geschwindigkeit. Dadurch ging SHEFEX I im Meer verloren. Dennoch war die Mission aufgrund der erlangten Daten ein Erfolg. Die Analyse der Messergebnisse bestätigte, dass die hohen Kosten bei komplex geformten Bauteilen durch den verwendeten Aufbau aus plattenförmigen Paneelen drastisch reduziert werden können. Bei wiederverwendbaren Trägersystemen würde dieser einfache Aufbau zu deutlichen Einsparungen bei Wartung und Austausch beschädigter Elemente füh-

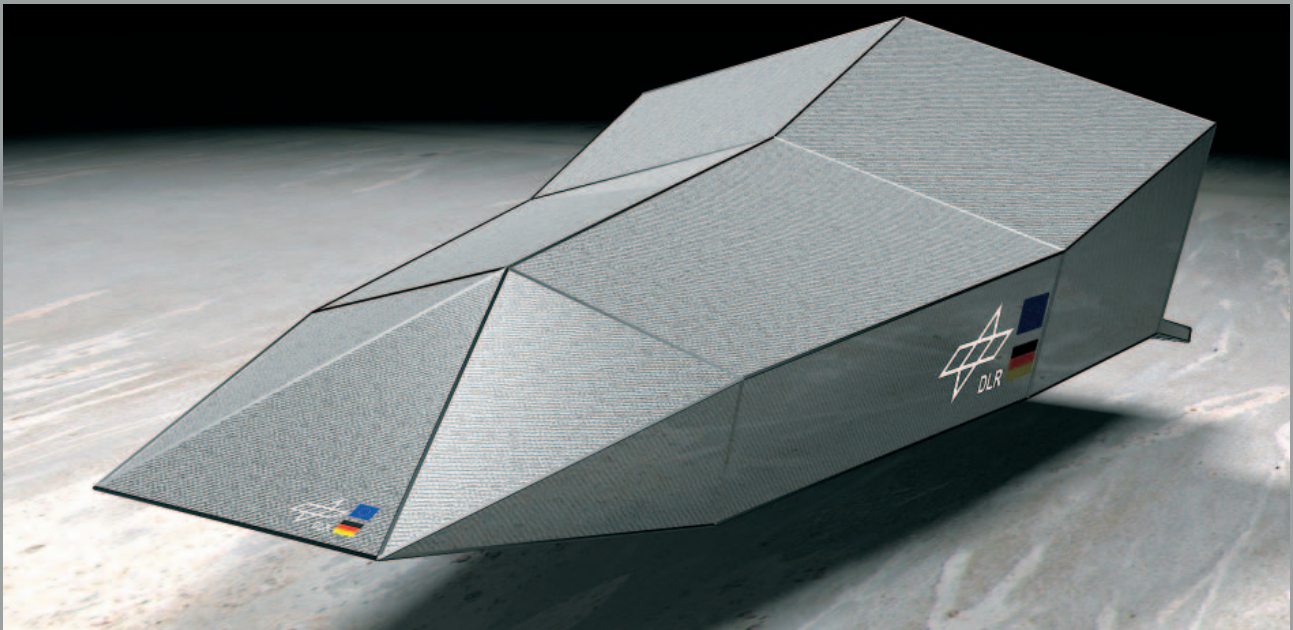
ren. Mit den vergleichsweise geringen Projektkosten in Höhe von rund vier Millionen Euro, von denen der weitaus größte Anteil in das Experiment und nicht in den Träger floss, wurden hervorragende Ergebnisse erreicht.

Beim 12,6 Meter hohen SHEFEX II ist die Rakete ein größeres brasilianisches Modell, um eine höhere Geschwindigkeit bis 12.000 Kilometer pro Stunde zu erreichen. Zudem verfügt SHEFEX II im Gegensatz zu seinem Vorgänger über kleine Stummelflügel, sogenannte Canards. Mit denen kann das Gefährt gesteuert werden. Der Start vom australischen Woomera soll SHEFEX II in eine Höhe von 200 Kilometern bringen. Für die Forscher beginnt der interessanteste Teil beim Abstieg und Wiedereintritt in die Erdatmosphäre in 100 bis 20 Kilometer Höhe. Anschließend soll die Kapsel per Fallschirm in der Wüste landen, sodass dieses Mal das Raumfahrzeug sicher geborgen werden kann.

Im Gegensatz zu seinem Vorgänger wird SHEFEX II bei seinem Wiedereintritt in die Atmosphäre aktiv gesteuert. Das DLR hat dafür ein maßgeschneidertes aerodynamisches Flugsteuerungssystem entwickelt, mit dem der Körper kontrolliert zur Erde zurückkehren soll. Kern des von Wissenschaftlern des DLR-Instituts für Flugsystemtechnik in Oben geschwennt entwickelten Canard für Flugsystems sind die braun genannten Canards. Diese Ruderflächen sind im vorderen Bereich der Forschungsrakete angeordnet. Erste Boden-Tests der aktiven Steuerung verliefen erfolgreich.

Landung auch in Deutschland möglich

Ziel des SHEFEX-Programms ist ein neuartiger, „REX-Free Flyer“ genannter kleiner Raumgleiter, der ab dem Jahr 2020 für rückführbare Experimente unter Schwerelosigkeit zur Verfügung stehen soll. Das Fahrzeug könnte aus einem Science-Fiction-Film stammen – vielleicht sieht so die Zukunft der Raumfahrt aus. Die scharfkantige Form verspricht zwei wesentliche Vorteile. Zum einen könnte der Hitzschild dadurch einfacher und sicherer werden. Außerdem bringt die facettierte Form bessere aerodynamische Eigenschaften. „Die konsequente Anwendung der SHEFEX-Technologie ermöglicht einen relativ einfach aufgebauten und damit kostengünstigen Raumgleiter, der wie ein Space Shuttle punktgenau landen kann“, sagt DLR-Projektleiter Weihs und



Die Vision der SHEFEX-Entwickler: Ein neuartiger, „REX-Free Flyer“ genannter kleiner Raumgleiter. Er soll ab 2020 für rückführbare Experimente unter Schwerelosigkeit zur Verfügung stehen.

ergänzt: „REX könnte auf einem normalen Flughafen oder kleineren Flugfeld in Deutschland landen.“ Die Technologie lässt sich langfristig für zahlreiche Anwendungen nutzen. Die Rückkehrtechnologie ist Basis für alle Arten der Rückführung, angefangen von sogenannten Sample-Return-Aufgaben (also dem Zurückbringen von Proben von Mond- oder Marsgestein), über bemannte Rückkehrfahrzeuge bis hin zu voll oder teilweise wieder verwendbaren Raumtransportsystemen. Auch für den Weltraumtourismus könnte die neue Technologie interessant sein.

Know-how verschiedener DLR-Institute fließt ein

Die aerodynamische Auslegung, die rechnerische Vorhersage des Strömungsverhaltens und die Tests in verschiedenen Windkanälen erfolgen am DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik in Braunschweig, Köln und Göttingen. Wissenschaftler in Köln sind für die Instrumentierung der Nutzlast verantwortlich. Das Experiment SHEFEX II selbst wurde von Forschern des DLR-Instituts für Bauweisen- und Konstruktions-

forschung in Stuttgart konzipiert, hergestellt und integriert. Die komplette Flugsteuerung entwickeln Kollegen vom DLR-Institut für Flugsystemtechnik in Braunschweig. Die Bereitstellung der Rakete sowie der Start erfolgt durch die Mobile Raketenbasis (Moraba) des DLR in Oberpfaffenhofen. Das neue DLR-Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen ist mit einem Navigationsexperiment beteiligt. ●

Autor:

Jens Wucherpennig ist im DLR Göttingen verantwortlich für die Kommunikation.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/shefex



Daten & Fakten

geplanter Start	Anfang 2011
Höhe der gesamten Rakete	12,7 Meter
Länge des kantigen SHEFEX-Vorkörpers	2,1 Meter
Start-Gewicht	6800 Kilogramm
Brenndauer 1. Stufe	62 Sekunden
Brenndauer 2. Stufe	70 Sekunden
Maximale Flughöhe	200 Kilometer
Dauer der Experimentierphase	53 Sekunden (von 100 bis 20 Kilometer Höhe)
Entfernung der Landestelle vom Startplatz	800 bis 900 Kilometer
Maximale Geschwindigkeit	Mach 10 (etwa 12.000 km/h)



Stabiler, heißer, effizienter

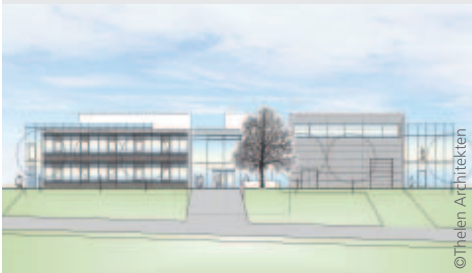
Zu sicherer und umweltfreundlicher Energieversorgung gibt es viele Wege. Die Energieforscher im DLR loten die unterschiedlichen Möglichkeiten aus. So arbeiten sie beispielsweise an effizienteren Kraftwerken und Speichern, damit Energie auf Abruf zur Verfügung steht, und an Verfahren, um Strom und Treibstoff aus Sonnenenergie zu erzeugen. Für neue Wege, Verfahren und Methoden brauchen die Forscher neue Werkstoffe. Eine im DLR entwickelte faserverstärkte Keramik hat das Potenzial, viele Prozesse in der Energiewirtschaft effizienter oder überhaupt erst möglich zu machen. Am DLR-Standort Köln werden Energie- und Werkstoffforscher in Zukunft am Kompetenzzentrum CeraStorE (Competence Center for Ceramic Materials and Thermal Storage in Energy Research) unter einem Dach arbeiten. Sie wollen keramische Materialien verbessern, neue entwickeln und in größeren Anlagen testen. Damit schlagen sie eine wichtige Brücke zwischen Forschung und Produktion.

Im Kompetenzzentrum CeraStorE im DLR in Köln arbeiten Energie- und Werkstoffforscher in Zukunft unter einem Dach

Von Dorothee Bürkle

CeraStorE in Kürze:

- 2 große Labor- und Technikumshallen
- etwa zehn kleinere Labore und zehn Büros
- geplante Fertigstellung Ende 2011



Gebäudeansicht der Nordseite des CeraStorE-Komplexes

Hitzebeständig und bruchfest: die Brennkammerschindel aus dem im DLR entwickelten Faserkeramik-Werkstoff WHIPOX®

Stefan Reh, Managing Director beim DLR-Institut für Werkstoff-Forschung traut dem Material WHIPOX® (Wound highly porous oxide) viel zu. Der faserverstärkte keramische Werkstoff hält wie jede Keramik hohe Temperaturen aus und ist dabei korrosionsbeständig. Gleichzeitig ist WHIPOX® durch eingearbeitete Aluminiumoxid-Fasern extrem bruchfest. Damit hat das Material ideale Eigenschaften, um die Brennkammer einer Gasturbine auszukleiden. In einer Gasturbine mit einer solchen Keramikauskleidung kann die Verbrennung bei höheren Temperaturen ablaufen und Kühlluft lässt sich einsparen. Auf diese Weise erhöht sich der Wirkungsgrad der Turbine, die Verbrennung wäre insgesamt effizienter und damit auch schadstoffärmer. Solche Gasturbinen dürften in den nächsten Jahrzehnten wesentlich zur Senkung des CO₂-Ausstoßes beitragen, glaubt Reh: „Der Anteil der erneuerbaren Energien wird immer größer werden, aber noch liegt der Anteil der fossilen Brennstoffe zur Stromerzeugung bei etwa 70 Prozent. Dieser Anteil muss und wird in den nächsten Jahren sinken, aber nur langsam. Daher ist es mittelfristig sinnvoll, parallel zur Förderung erneuerbarer Energien auch die Energieeffizienz bei konventionellen Gasturbinen weiter zu steigern.“

Doch noch ist es nicht so weit, dass keramische Materialien die Brennkammern in Gaskraftturbinen auskleiden. „Turbinebauer haben zwar ein großes Interesse, die guten Eigenschaften von Keramik in ihren Brennkammern zum Einsatz zu bringen. Vorher brauchen sie jedoch die Sicherheit, dass das Material der hohen Beanspruchung in der Brennkammer auf Dauer standhält.“ Anhand kleiner im Labor gefertigter Teile haben die Mitarbeiter des DLR-Instituts für Werkstoff-Forschung das Material schon getestet. In den Laboren des neuen Kompetenzzentrums CeraStorE wollen sie in Kooperation mit den Industriepartnern anwendungsnahe Prototypen entwickeln, welche unter ähnlichen Bedingungen getestet werden können, wie sie später in der tatsächlichen Anwendung auftreten.



Neue Wärmespeicher im Test: DLR-Forscherinnen und -Forscher untersuchen, welche Eigenschaften pulverförmiges Calciumhydroxid als chemischer Wärmespeicher hat. Das Bild zeigt, wie Heizschnüre an einem Speicherreaktor befestigt werden. Das Calciumhydroxid befindet sich im Inneren des mit Thermoelementen ausgerüsteten Speicherreaktors.

„In verschiedenen Kurzzeittests sind wir von unserem Material immer positiv überrascht worden. Unsere Brennkammerschindeln haben erheblich höhere Belastungen ausgehalten, als wir zunächst angenommen hatten,“ sagt Stefan Reh. Aus diesem Grund wollen die Forscher im neuen Kompetenzzentrum Simulationsmethoden und -modelle entwickeln, mit denen sie das Verhalten des Materials besser verstehen, um die Auslastungsgrenzen besser ausnutzen zu können.

Härtetest bei über 1.000 Grad Celsius

Extrem hohe Temperaturen entstehen auch auf dem Turm eines solarthermischen Kraftwerks. Hunderte von Spiegeln lenken die Strahlen der Sonne auf einen Punkt, den Strahlungsempfänger an der Spitze des Turms, in der Fachsprache als Receiver bezeichnet. Bei Temperaturen von über 1.000 Grad Celsius und hoher Strahlungsintensität wird das Material extrem beansprucht. Auch hier fanden die Forscher in keramischen Materialien einen geeigneten hitze- und korrosionsbeständigen Werkstoff, den sie nun weiter verbessern wollen. Denn die Betreiber von solarthermischen Kraftwerken hätten es gerne noch heißer. Und bevor die Kraftwerksbauer die neuen Komponenten in ihre Solarkraftwerke einbauen, müssen sie Belastbarkeit und Alterungsverhalten der neuartigen Strahlungsempfänger kennen. Christian Sattler vom Institut für Technische Thermodynamik sieht durch die Zusammenarbeit von Energie- und Werkstoffforschern in den CeraStorE-Laboren ganz neue Möglichkeiten: „Mit CeraStorE schaffen wir Synergien und können eine Reihe von neuen Themen in Angriff nehmen. Werkstoffforscher arbeiten in der Grundlagenforschung und verbessern die keramischen Materialien unter anderem für die Solarreceiver. Die Energieforscher entwickeln daraus die entsprechenden Absorber und integrieren sie in die Anlagen.“

Außerdem wollen Werkstoff- und Energieforscher die Bruchfestigkeit der Receiver in Zukunft verbessern, indem sie monolithische Keramik zusammen mit faserverstärkter Oxidkeramik nutzen. „Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, die neuartigen Receiver zuerst im CeraStorE zu entwickeln, dann auf dem Forschungssolarturm in Jülich oder Spanien zu testen und anschließend in Zusammenarbeit mit der Industrie bis zur Anwendung und Produktion weiterzuentwickeln“, beschreibt Christian Sattler das Vorhaben.

Keramik mit Funktion

In einem solarthermischen Kraftwerk wandelt ein keramischer Receiver die Sonnenstrahlen in Wärme um und leitet diese weiter. Aber Keramik kann noch mehr. Bei der solaren Wasserstoffherzeugung, zum Beispiel durch das vom DLR mitentwickelte Hydrosol-Verfahren, übernimmt die Keramik als Funktionswerkstoff eine zentrale Rolle. Dabei wird Wasser in einem mit diesem Werkstoff ausgekleideten Reaktor auf dem Turm eines Solarkraftwerks in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. In einer ersten Reaktion, die bei Temperaturen unter 1.000 Grad Celsius abläuft, baut die Funktionskeramik Sauerstoffatome in ihre Kristallstruktur ein. In einer zweiten Reaktion bei über 1.200 Grad Celsius wird der Sauerstoff wieder abgegeben und der Reaktor so wieder aufgeladen. Dass dieses neuartige Verfahren funktioniert, haben die Forscher schon mehrmals nachgewiesen. Energie- und Werkstoffforscher wollen das Verfahren nun weiterentwickeln und Wasserstoffausbeute sowie Lebensdauer der Reaktoren verbessern.

Energie auf Abruf

Neben keramischen Materialien werden die Forscher im CeraStorE auch neue Energiespeicher entwickeln und testen. Energiespeicher spielen eine Schlüsselrolle im Energiebereich, ohne sie ist eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien nicht zu realisieren. Wichtig dabei ist, dass diese Speicher wirtschaftlich sind und an die jeweiligen Anforderungen angepasst wer-



Mit dieser 10-Kilowatt-Versuchsanlage werden unterschiedliche Wärmespeicher von bis zu 400 Grad Celsius untersucht. Der Speicherbehälter (links im Bild) mit externer Isolierung fasst 100 Liter und kann mit unterschiedlichen Flüssigspeichermedien auf Salzbasis betrieben werden. Im Vordergrund rechts ist der Thermoölkreislauf zu sehen, er wird für die Wärmezufuhr bzw. -abfuhr beim Laden und Entladen des Speichers benötigt.



Der SSPS-Turm (Small Solar Power System) auf der Plataforma Solar de Almería, Spanien. Der Reaktor wird durch konzentrierte Solarstrahlung auf 800 bis 1.200 Grad Celsius aufgeheizt. Bei diesen Temperaturen wird dann Wasserstoff aus Wasser gewonnen.

den können. Aufbauend auf ihre langjährigen Erfahrungen werden die Energieforscher bereits vorhandene Speicher weiterentwickeln, neue Konzepte erarbeiten und in anwendungsnahe Größenordnung testen. Nahezu vollständiges Neuland betreten sie bei den thermochemischen Energiespeichern. Diese Speicher sind in der Lage, Wärmeenergie in Form von chemischer Energie aufzunehmen. Aus dem Alltag ist eine solche Reaktion beim Brennen und Ablöschen von Kalk bekannt. Beim Brennen wird dem Kalk zunächst in einer endothermen Reaktion Wärme zugeführt, wobei aus dem Calciumcarbonat (CaCO_3) Kohlendioxid ausgetrieben wird und Calciumoxid entsteht. Beim Verarbeiten des gebrannten Kalks mit Wasser wird in einer exothermen Reaktion unter Bildung von Calciumhydroxid die Wärme wieder freigesetzt.

Nach diesem Prinzip funktionierende thermochemische Speicher sind vor allem deshalb interessant, weil sie eine extrem hohe Energiespeicherdichte aufweisen. So kann mittels des genannten Calciumoxid/Calciumhydroxid-Systems durch die chemische Reaktion pro Kubikmeter über fünfmal mehr Wärmeenergie gespeichert werden als zum Beispiel in Wasser (bei Abkühlung von 80 auf 30 Grad Celsius). Außerdem kann die eingebrachte Energie beliebig lange gespeichert werden und eröffnet als Langzeit-Wärmespeicher ganz neue Möglichkeiten. Ein solcher Speicher könnte ähnlich wie bereits heute die großen Salzspeicher in solarthermischen Kraftwerken direkt auf dem Gelände in Kraftwerksnähe platziert werden. Der Plan der Forscher ist es, solche innovativen Wärmespeicher in den Laboren von CeraStorE zu entwickeln und in Zusammenarbeit mit der Industrie zur Marktreife zu bringen.

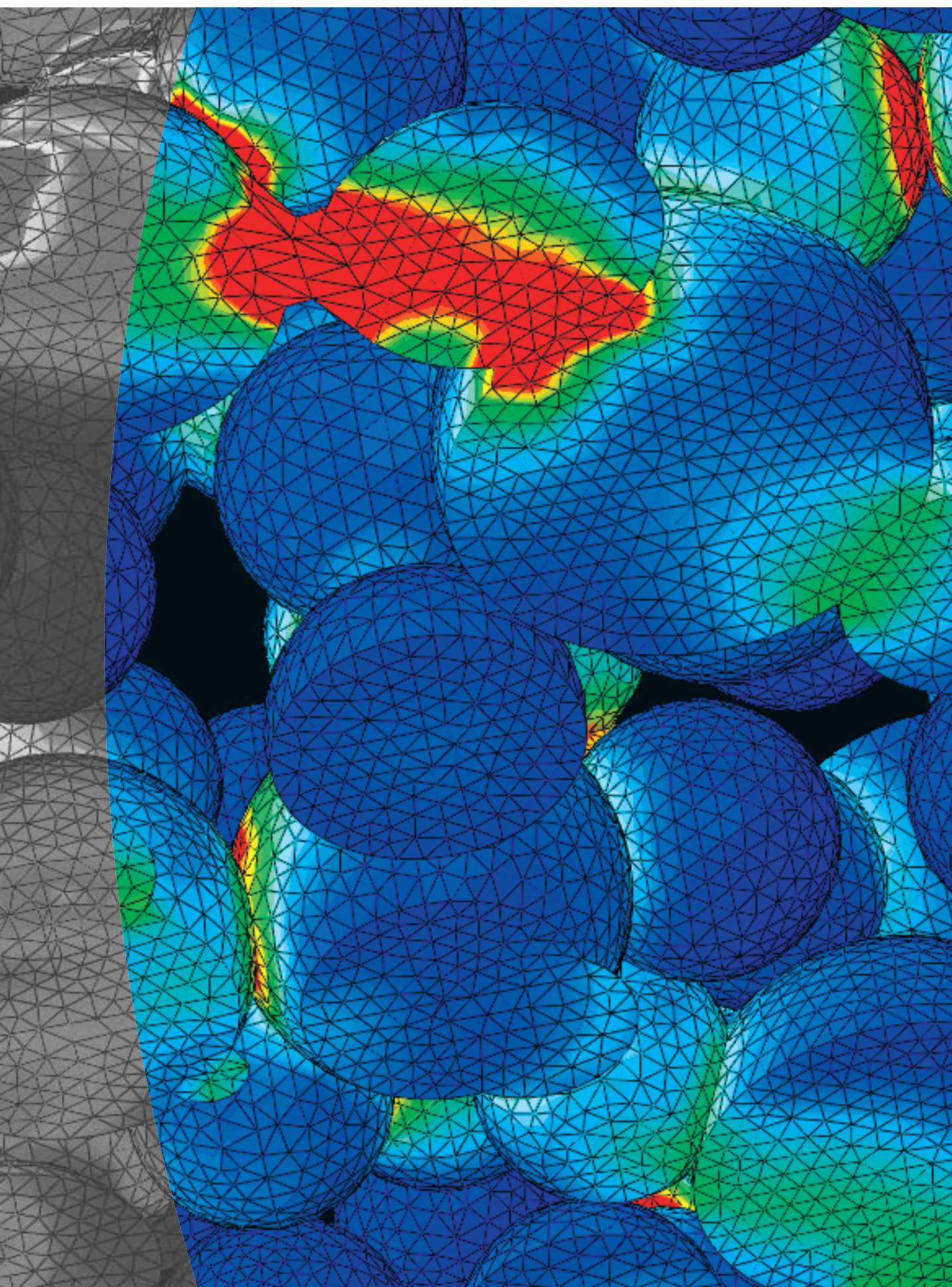
Neben den thermochemischen Speichern wollen die Energieforscher im CeraStorE Flüssigsalzspeicher weiterentwickeln. Ein Zweitanksystem mit 28.500 Tonnen Flüssigsalz speichert bereits die Wärmeenergie des solarthermischen Kraftwerks Andasol in Südsanien und macht die Anlage zu einer zuverlässigen Stromquelle bei Wolken oder während der Nachtstunden. Die Energieforscher wollen dieses Speicherkonzept weiterentwickeln, kostengünstiger und zugleich effizienter machen, zum Beispiel indem sie neue Salzmaterialien einsetzen, die eine niedrigere Schmelztemperatur haben und gleichzeitig höher erhitzt werden können oder indem sie das Salz teilweise durch kostengünstigere Füllmaterialien ersetzen. Auch hier werden die Forscher die CeraStorE-Labore nutzen und ihre neuen Ideen in einer anwendungsnahe Versuchsanlage testen. ●

Autorin:

Dorothee Bürkle ist in der DLR-Kommunikation Energie- und Online-Redakteurin.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/wf
www.DLR.de/tt



Berechenbares Verhalten

Es scheint trivial: Ein Bauteil ist so gut wie der Werkstoff, aus dem es gemacht ist. Doch wenn neu entwickelte Werkstoffe unter Belastung keine bösen Überraschungen bereiten sollen, kommt es auf das Detail an: Mikroskopisch kleine Strukturen in einem Material entscheiden, ob ein Bauteil im Betrieb hält oder versagt. Im DLR-Institut für Werkstoff-Forschung werden Hochleistungswerkstoffe für Luft- und Raumfahrt analysiert und bewertet. Dazu kombinieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler experimentelle mit numerischen Methoden und entwickeln für spezielle Fragestellungen auch ganz neue.

Neue Werkstoffe werden im Computer modelliert und getestet

Von Prof. Dr.-Ing. Marion Bartsch

Kurz erklärt

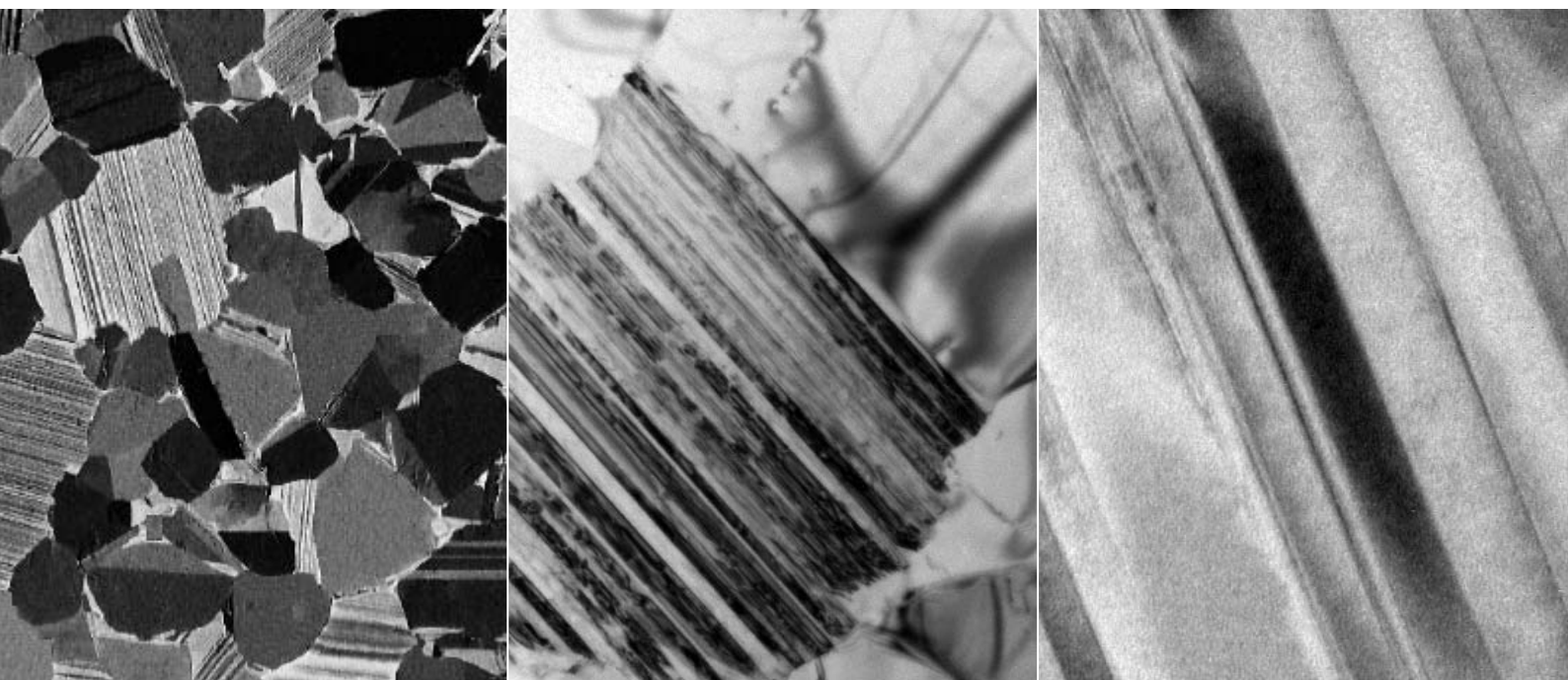
Beim Erstellen von Computermodellen für neue Werkstoffe werden diese vom Nano- bis zum Zentimeterbereich mittels mikroskopischer und mikromechanischer Methoden genau charakterisiert. Auf Basis der experimentell gewonnenen Daten erstellen die Forscherinnen und Forscher Berechnungsmodelle. Anhand dieser Modelle wird das Verhalten von Laborproben oder auch einfachen Bauteilen unter betriebsrelevanten Lasten simuliert; die Berechnungen werden durch begleitende Labortests überprüft.

Leicht und zuverlässig selbst unter extremer Beanspruchung, das ist der Anspruch an Bauteile in der Luft- und Raumfahrt. Neue Werkstoffe sind ein bedeutender Faktor, um höhere Leistungen, bessere Wirkungsgrade und geringeren Treibstoffverbrauch zu erreichen. Jedoch: Viele neue Materialien werden im Betrieb weit unter ihren Möglichkeiten belastet, weil man sich nicht ganz sicher ist, ob sie zuverlässig halten. Bei der Konstruktion und Berechnung von Bauteilen nach klassischen Kriterien kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in einzelnen Fällen aufgrund einer Überbeanspruchung des Werkstoffs zum Versagen kommt. Deshalb geht man auf Nummer sicher und rechnet mit hohen Sicherheitsfaktoren. Dabei wird in Kauf genommen, dass das Potenzial des Werkstoffs nicht ausgeschöpft wird.

Ein Beispiel sind Turbinenschaufeln für Flugzeuggasturbinen aus Titanaluminid. Diese intermetallische Legierung zeichnet sich durch hohe Festigkeit bei hohen Temperaturen aus und hat zudem eine geringe Dichte, ist also sehr leicht. Der Nachteil: die Neigung zu Sprödbbruch. Lokale Spannungsüberhöhungen werden nicht durch plastische Verformung abgebaut, sondern führen im schlimmsten Fall zum Versagen des Bauteils. Unter dem Mikroskop betrachtet wird erkennbar, dass der Werkstoff aus vielen kleinen Kristallen bzw. Körnern besteht. Im Rasterelektronenmikroskop zeigen sich weitere feine Strukturen. Bei sogenannten Duplexlegierungen sind manche Körner homogen, andere wiederum in feine Lamellen unterteilt. Die mechanischen Eigenschaften dieser unterschiedlichen kristallinen Bereiche sind richtungsabhängig. Die räumliche Orientierung der einzelnen Bereiche, in der Fachsprache als Phasen bezeichnet, kann im Transmissionselektronenmikroskop bestimmt werden. Vorzugsorientierungen, also eine Ausrichtung der kristallinen Phasen entlang einer bestimmten Richtung, wie sie im Werkstoff beispielsweise beim Schmieden entstehen können, lassen sich über Röntgenbeugung bestimmen. Der unter dem Mikroskop zu erkennende Aufbau eines Werkstoffs, das Gefüge, wird von der räumlichen Anordnung der Körner und Lamellen geprägt. Sie entsteht bei der Herstellung mehr oder weniger zufällig.

Wenn nun Phasen aneinandergrenzen, die unterschiedlich im Raum orientiert sind, so werden diese bei einer global homogenen Last unterschiedlich beansprucht. Es kommt zu lokalen Spannungsunterschieden. In Kristalliten, die zur mechanischen Last ungünstig orientiert sind, können auf diese Weise so hohe

Numerisches Modell der Matrix des keramischen Faserverbundwerkstoffs WHIPOX®: Das Bild zeigt die lokalen Spannungen, die in einem Druckversuch auftreten. Rot dargestellt sind Bereiche unter Zug und blau solche unter Druck.



Mikroskopische Aufnahmen des Gefüges einer Titanaluminid-Legierung mit Duplexgefüge bei verschiedenen Vergrößerungen: Im Rasterelektronenmikroskop sind bei etwa zweitausendfacher Vergrößerung die verschiedenen Bereiche des Gefüges zu erkennen. Die gestreiften Bereiche bestehen aus Lamellen verschiedener Kristallphasen, die bei höherer Vergrößerung im Transmissionselektronenmikroskop identifiziert und ausgemessen werden.

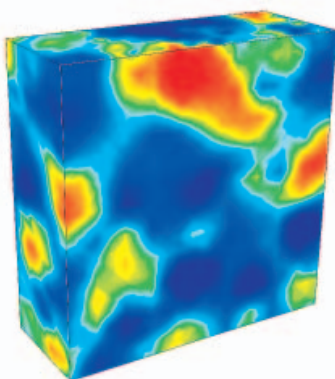
lokale Spannungen auftreten, dass die Probe bzw. das Bauteil bricht. Ursache für das Versagen bei einer relativ geringen Last ist also nicht etwa ein Defekt im Material, sondern eine ungünstige lokale Konstellation im Gefüge des Werkstoffs. Um die Auswirkungen solcher ungünstigen Konstellationen auf das Bauteilverhalten bewerten zu können, ist es notwendig, diese zu berechnen.

Um das Werkstoffverhalten zu berechnen, benötigt man wegen der komplexen Mikrostruktur dreidimensionale Computermodelle. Dazu wird zunächst ein geometrisches Modell des Werkstoffgefüges aufgebaut. Dieses muss Korndurchmesser, Lamellenbreite, Volumenanteile, räumliche Orientierung und Verteilung der Phasen abbilden. Dann werden den einzelnen Phasen die passenden richtungsabhängigen mechanischen Eigenschaften zugeordnet. Diese Eigenschaften werden in Laborexperimenten an Proben aus den reinen Phasen bzw. Einkristallen in Form von sogenannten konstitutiven Werkstoffgesetzen ermittelt. Ein solches Werkstoffgesetz beschreibt zum Beispiel die Verformung des Werkstoffs in Abhängigkeit von einer aufgetragenen Last. An den dreidimensionalen Computermodellen, auch als numerische Modelle bezeichnet, werden Simulationsrechnungen durchgeführt: Im Computer werden virtuelle mechanische Lasten auf das Modell aufgebracht. Das Modell entspricht einer ebenfalls virtuellen Werkstoffprobe. Ergebnis der Berechnungen sind zum Beispiel Last-Verformungs-Kurven der

virtuellen Probe aus dem modellierten Werkstoff oder auch lokale Spannungen, die im Material auf mikrostruktureller Ebene auftreten.

Wie kommt nun das geometrische Werkstoffmodell in den Computer? In der Abteilung Experimentelle und Numerische Methoden des DLR-Instituts für Werkstoff-Forschung in Köln werden diese Modelle mit Hilfe von eigens dafür geschriebenen Programmen berechnet. Dabei gehen die Forscher von den Gefügeparametern wie dem Korndurchmesser und dem Anteil kleiner und großer Körner im Material aus, die in den mikroskopischen Untersuchungen bestimmt worden sind. Dann werden die Gefügeelemente geometrisch stark vereinfacht. Unregelmäßig geformte Körner können z. B. als Würfel dargestellt und mit nur einem geometrischen Parameter, nämlich der Kantenlänge, beschrieben werden. Aus den vereinfachten Gefügeelementen bzw. mit den Parametern, durch die sie beschrieben werden, lässt sich ein zusammenhängendes virtuelles Gefüge berechnen. Dieses hat die wesentlichen geometrischen Eigenschaften des realen Gefüges. Bei komplex aufgebauten Gefüges besteht die Kunst darin, alle wesentlichen Gefügebestandteile geschickt zu vereinfachen, über Parameter zu beschreiben und in der charakteristischen räumlichen Anordnung zusammenzubringen.

Der wesentliche Vorteil parametrisiert aufgebauter geometrischer Werkstoffmodelle ist, dass sie nicht nur für eine bestimmte räumliche Konstellation der Gefügebestandteile, z. B. den mikroskopisch untersuchten kleinen Bereich eines Materials, verwendet werden können. Mit den experimentell ermittelten Gefügeparametern können beliebig viele numerische Modelle generiert werden. Es entstehen dabei immer wieder neue lokale Konstellationen der Gefügeelemente, wie es auch im realen Werkstoff der Fall ist. Für das Beispiel Titanaluminid-Legierungen lassen sich in Simulationsrechnungen die lokalen Spannungsüberhöhungen für die ungünstigsten Gefügekonstellationen bestimmen. Mit diesen Ergebnissen kann dann in der Bauteilkonstruktion und -berechnung das ganze Potenzial des Werkstoffs besser ausgenutzt werden.



Berechnete lokale Dehnungen in einer virtuellen Probe aus Titanaluminid unter mechanischer Belastung: Rot sind Bereiche unter Zug – und blau solche unter Druck dargestellt



Prof. Dr.-Ing Marion Bartsch – hier am Rasterelektronenmikroskop – weiß: Mikroskopisch kleine Details entscheiden darüber, ob ein Werkstoff versagt oder hält

Aber auch die Gefügeparameter selbst können gezielt variiert werden. Simulationsrechnungen an den numerischen Werkstoffmodellen, die sich aus der Variation von Korngrößen, Volumenanteilen einzelner Phasen etc. ergeben, zeigen dann den Einfluss der verschiedenen Parameter auf das Verhalten des Werkstoffs. Solche Untersuchungen geben wertvolle Hinweise für die Werkstoffentwicklung, bei der dann über die Einstellung bestimmter Mikrostrukturen die Werkstoffeigenschaften beeinflusst werden.

Wie verlässlich das Modell tatsächlich ist, wird anhand von Laborexperimenten überprüft. Für bestimmte Lastfälle, z. B. im Zug- oder Druckversuch, ermitteln die Wissenschaftler das mechanische Verhalten einer Materialprobe experimentell und vergleichen es mit Vorhersagen aus den Simulationsrechnungen an dem numerischen Modell, das heißt, der entsprechenden virtuellen Probe. Wenn Experiment und Vorhersage gut übereinstimmen, kann das Modell schließlich für die Berechnung von Bauteilen unter Betriebslasten eingesetzt werden. ●

Autorin:

Prof. Dr.-Ing Marion Bartsch leitet im Institut für Werkstoff-Forschung des DLR in Köln die Abteilung Experimentelle und Numerische Methoden. Zudem bekleidet sie eine Professur an der Ruhr-Universität Bochum für Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt. Am Thema Werkstoffmodellierung arbeitet sie zusammen mit Dr. Mohammad Rizviul Kabir, der die numerischen Werkstoffmodelle für Titanaluminid-Legierungen entwickelt, und mit Henning Richter, der die Faserkeramik WHIPOX® numerisch beschreibt.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/wf
www.iw.rub.de

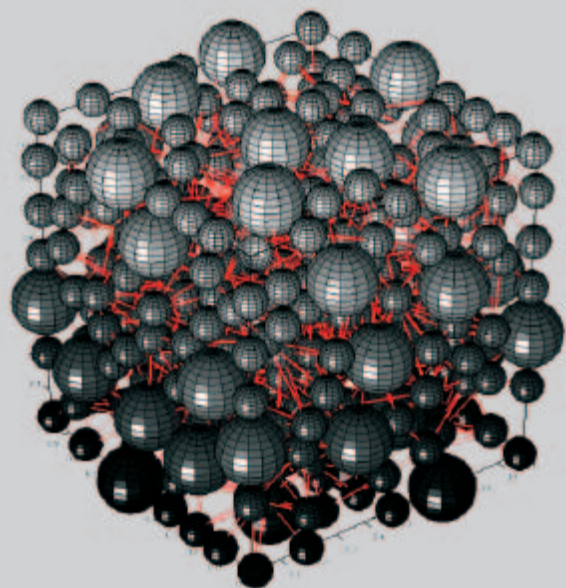
Das Beispiel WHIPOX®

Nicht kaputt zu bekommen – aber warum?

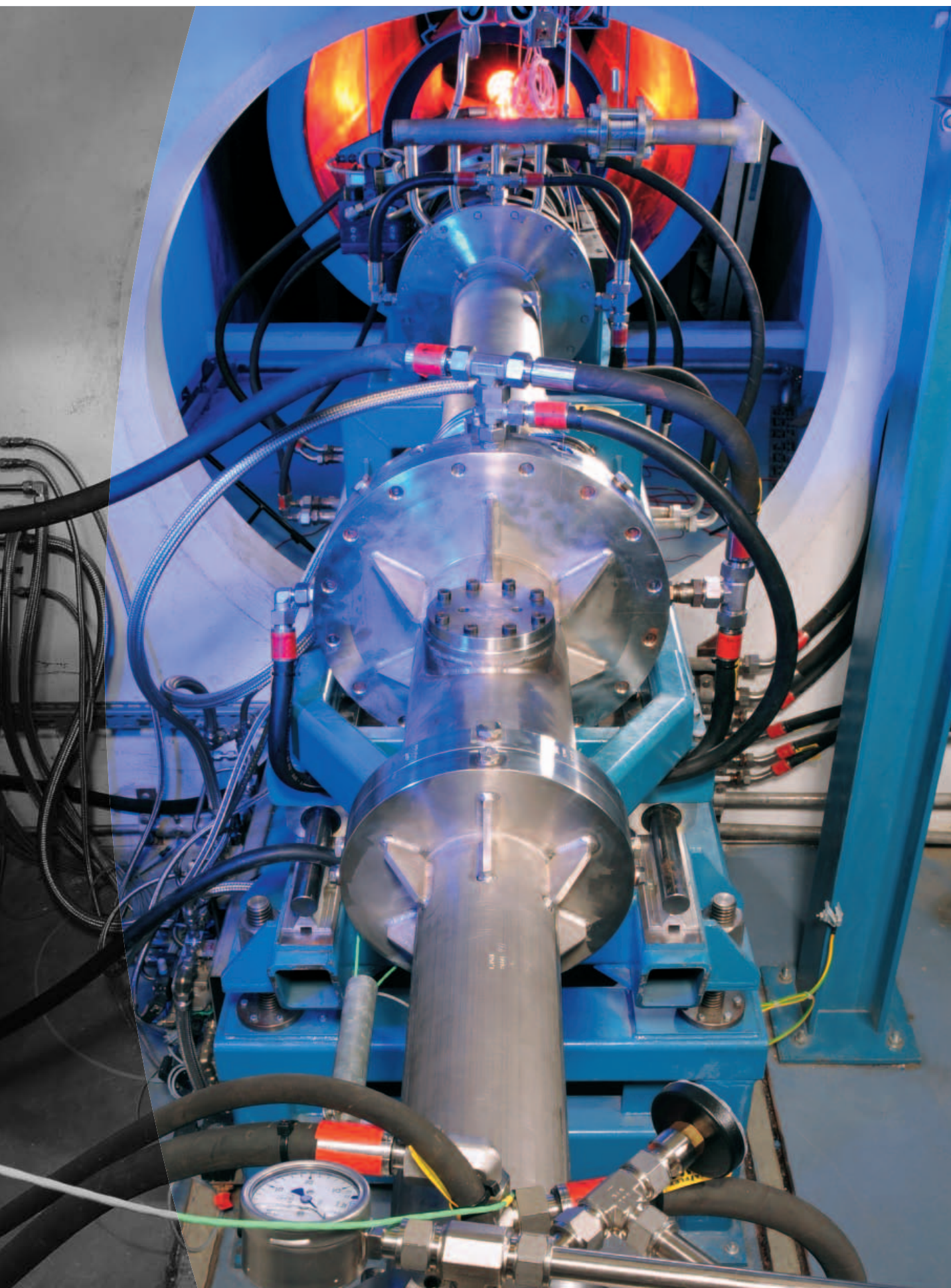
Mit WHIPOX® (Wound highly porous oxide) ist im Institut für Werkstoff-Forschung ein neuer keramischer Faserverbundwerkstoff entwickelt worden. Er hält hohen Temperaturen von deutlich über 1.000 Grad Celsius stand und verhält sich besonders schadenstolerant. Anders als übliche Keramiken versagt das Material selbst bei schlagartigen Belastungen nicht. Durch eine Platte aus WHIPOX® lässt sich ein Nagel treiben, ohne dass die Platte zerspringt. Die ausgezeichneten Eigenschaften sind im Experiment immer wieder bestätigt worden. Doch das willkommene Verhalten des Materials konnte mit den vorhandenen Werkstoffgesetzen bisher noch nicht ausreichend beschrieben werden. Die DLR-Wissenschaftler bilden deshalb die Mikrostruktur des Materials für die Berechnung des Werkstoffverhaltens mit numerischen Modellen ab.

Das Hightech-Material besteht aus oxidkeramischen Langfasern, die von einer ebenfalls oxidkeramischen porösen Matrix umgeben sind. Die Fasern sind in Bündeln zusammengefasst. Diese Bündel wiederum werden bei der Herstellung über einen Wickelprozess in regelmäßigen Rautenmustern abgelegt. Die Fasern verleihen dem Werkstoff Festigkeit. In der porösen Matrix werden Risse abgelenkt und verzweigen sich, wobei Energie abgebaut wird und der Riss zum Stillstand kommen kann. Der Riss läuft in WHIPOX® gewissermaßen ins Leere.

Die geometrischen Abmessungen der Gefügeelemente sind sehr unterschiedlich: Durchmesser von Poren und Einzelfasern liegen in der Größenordnung von Mikrometern, die Rauten aus den Faserbündeln können herstellungsbedingt einige Millimeter bis mehrere Zentimeter groß sein. Es werden deshalb für die verschiedenen Größenordnungen verschiedene Modelle berechnet. Die Eigenschaften des Materials auf Mikroebene werden später in das Modell auf der nächstgrößeren Ebene eingebaut.



Abstraktes Modell der WHIPOX®-Matrix: Die Körner des keramischen Ausgangspulvers sind als Kugeln dargestellt, die Verbindungen zwischen den Körnern als Balken



Die Flamme im Blick

Neue Triebwerke für die zivile Luftfahrt sollen in Zukunft erheblich weniger Schadstoffe ausstoßen. Ingenieure wollen das mit sogenannten Magerbrennkammern in Düsentriebwerken erreichen. Diese verbrennen das Luft-Kerosin-Gemisch bei niedriger Temperatur und reduzieren so den Stickoxidausstoß stark. Am Hochdruckbrennkammer-Prüfstand 1 des Instituts für Antriebstechnik haben Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) gemeinsam mit Rolls-Royce eine Brennkammer-Messstrecke gebaut. Mit Kameras und Lasertechnik beobachten und analysieren sie an ihr den Magerbrennvorgang ganz genau.

DLR-Forscher schauen in die Brennkammern schadstoffarmer Triebwerke der Zukunft

Von Jonathan Focke

Es geht um nicht weniger als 80 Prozent. Um diesen Anteil sollen die Stickoxidemissionen des Luftverkehrs in Zukunft reduziert werden. Neue Erkenntnisse aus der Atmosphärenforschung, das wachsende Umweltbewusstsein in der Öffentlichkeit und schadstoffgebundene Landegebühren auf vielen Flughäfen rufen das Thema auf den Plan. Zusätzlich werden die gesetzlichen Vorgaben bei der Zulassung neuer Triebwerke im Hinblick auf ihren Schadstoffausstoß schärfer. „Der Druck wächst“, sagt Dr. rer. nat. Ulrich Meier vom Institut für Antriebstechnik im DLR Köln. „Der Ausstoß von Stickoxiden durch Flugzeugtriebwerke muss in Zukunft deutlich gesenkt werden.“

Schadstoffe – insbesondere den Stickoxidausstoß – zu reduzieren, ist seit mehreren Jahrzehnten im Fokus der Brennkammerentwickler. Ohne eine signifikante Verbesserung der Brennkammertechnologie wären die Stickoxidemissionen bei den heute üblichen Prozessdrücken und -temperaturen weit höher. Mit der bisherigen Triebwerkstechnik ist es aber kaum möglich, die Stickoxidemissionen deutlich abzusenken. Durch die stetige Effizienzsteigerung herkömmlicher Triebwerke nehmen Temperaturen und Drücke in den Brennkammern der Triebwerke zu. „Mit der Temperatur steigt auch die Stickoxiderzeugung rasant an“, erklärt Meier. Das Gegenteil soll aber erreicht werden. Triebwerkshersteller arbeiten daher an einem neuen Konzept: der Magerverbrennung.

Blick entlang der Messstrecke BOSS (Big Optical Single Sector) auf die Abgas-Sektion. Nach Verlassen der Brennkammer werden dem Abgasstrom hier Proben zur Emissionsmessung entnommen, zudem wird Wasser zur Lärminderung eingespritzt.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Brennkammern werden die Verbrennungstemperaturen in Magerbrennkammern abgesenkt. Dazu wird das Verhältnis von Luft und Treibstoff im Brenner verändert: Mehr Luft für die gleiche Menge Treibstoff. „Die Luft aus dem Verdichter wird in der Brennkammer anders verteilt“, erläutert der Physiker. „Mehr Luft für den Brenner, weniger für die Zumischung in die Brennkammer. Durch den Luftüberschuss bei der Verbrennung sinken die Temperaturen ab.“ Bei gleicher Leistung und dennoch niedrigeren Temperaturen entstehen auf diese Weise deutlich weniger Schadstoffe im Triebwerk.

Doch die Magerverbrennung bringt durch den hohen Luftüberschuss ein Problem mit sich: „Im Leerlaufbetrieb wird das Kraftstoff-Luft-Verhältnis so klein, dass die Kraftstoffmenge nicht mehr ausreicht, um eine stabile Verbrennung zu gewährleisten“, erklärt Dr. Christoph Hassa, Abteilungsleiter Brennkammer am Institut für Antriebstechnik. „Die Flamme im Brenner würde verlöschen.“ Ein Düsentriebwerk mit Magerbrennkammer muss aber den gesamten Leistungsbereich abdecken können, vom Leerlauf über das Rollen auf dem Flugfeld bis hin zur Start- und Reiseflugphase. Die Ingenieure lösen dieses Problem, indem sie eine zweite Verbrennungszone in die Magerbrennkammer integrieren. Dieser sogenannte Pilotbrenner sorgt dafür, dass die Flamme niemals

ausgeht. Erst bei höheren Leistungen wird der Hauptbrenner zugeschaltet, der aufgrund seiner mageren Verbrennungsweise nur wenig Stickoxidemissionen produziert.

Nun geht es Wissenschaftlern und Industriepartnern darum, die Betriebstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit des neuen Brennkammerkonzepts zu demonstrieren. Dazu untersuchen sie unter anderem die Menge der produzierten Schadstoffe, den

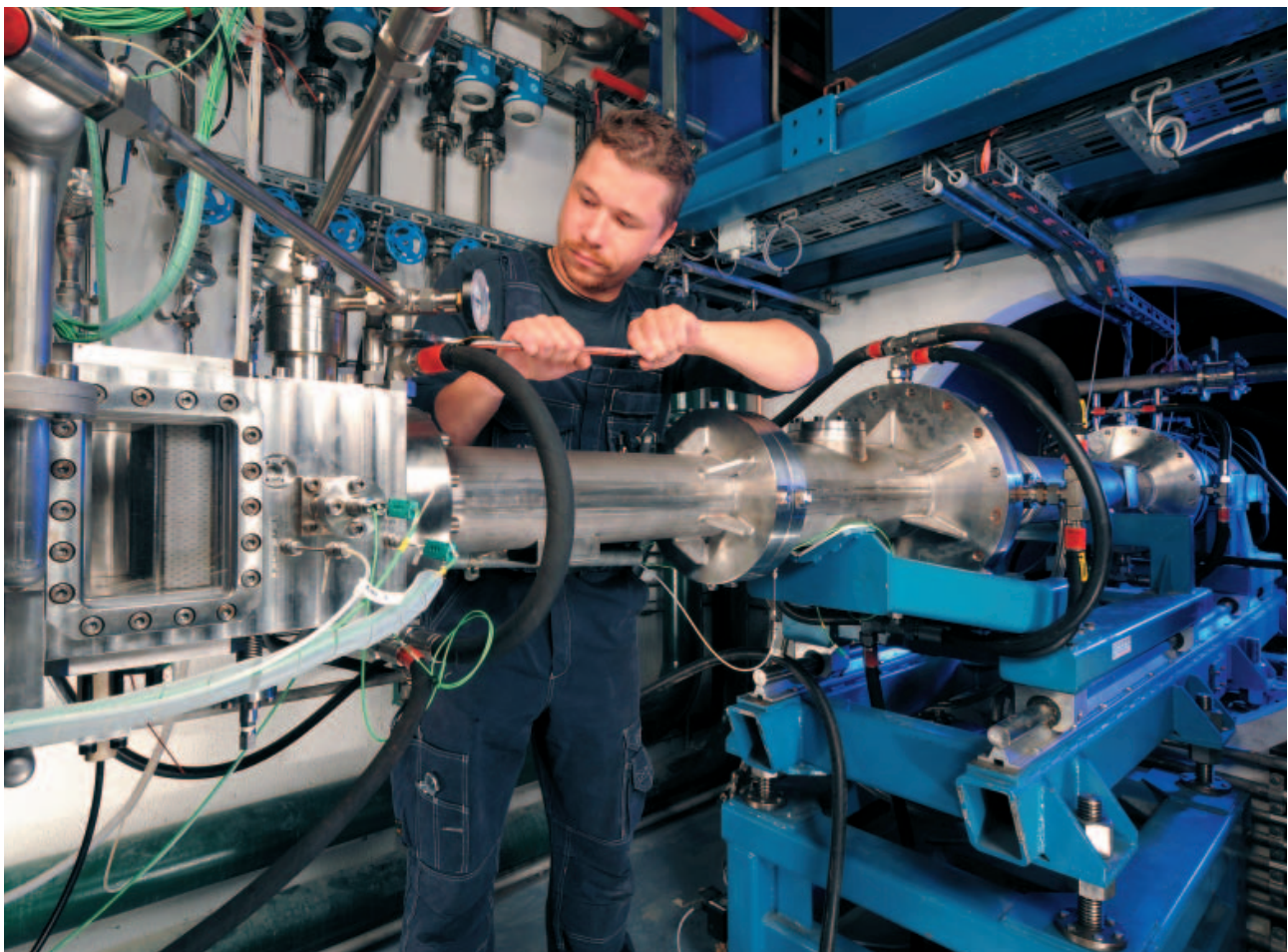
Ausbrand des Kraftstoffs und die Zündfähigkeit des Kraftstoff-Luft-Gemischs in der Magerbrennkammer. „Dafür müssen die Strömungsfelder und die Kraftstoffeinspritzung im Brenner optimal angepasst werden“, erklärt Hassa. Gerade das vollständige Verbrennen des Kraftstoffs ist bei Magerbrennern ein Problem. „Damit ein Triebwerk effizient ist, müssen mindestens 99

Prozent des eingespritzten Kraftstoffs verbrannt werden“, ergänzt Ulrich Meier. „Bei den niedrigen Temperaturen im Magerbrenner ist dies schwieriger zu erreichen als in herkömmlichen Brennkammern.“

Die Wissenschaftler wollen daher die Verbrennungsprozesse in der Brennkammer ganz genau untersuchen. Dafür haben das DLR und der Triebwerkhersteller Rolls-Royce eine Magerbrennkammer im Originalmaßstab gebaut, die seit Oktober 2009

„Es ist die einzige Magerbrennkammer, in die wir hineinschauen können, und die Originalgröße ermöglicht es uns, die Forschungsergebnisse leichter auf reale Triebwerke zu übertragen.“

Leif Rackwitz, Rolls-Royce Deutschland



DLR-Techniker André Mögelin bei Montagearbeiten an der BOSS-Messstrecke, die weltweit zu den wenigen gehört, in deren Brennkammer (zu sehen am linken Bildrand) Forscher mit Kameras und Lasern hineinschauen können, um Strömung und Verbrennung im Detail zu studieren

in Betrieb ist. Was bei normalen Flugzeugtriebwerken nicht möglich ist, funktioniert im DLR: In die neue optische Einzelsektorbrennkammer BOSS (Big Optical Single Sector) können die Forscher tatsächlich hineinschauen. Durch Quarzscheiben an der Brennkammerwand beobachten sie mit Kameras und Lasern, wie das Treibstoff-Luft-Gemisch in der Brennkammer verbrennt und wie und bei welchen Temperaturen sich Schadstoffe bilden. „Weltweit gibt es nur ganz wenige Anlagen, in die man tatsächlich hineinschauen kann“, hebt Meier hervor.

Eine weitere Besonderheit von BOSS ist seine Originalgröße. Zwar gibt es auch am DLR bereits Brennkammern mit optischem Zugang, diese sind aber in verkleinertem Maßstab gebaut. Für Rolls-Royce sind das entscheidende Vorteile. „Die Bedeutung der BOSS-Brennkammer ist für uns immens“, sagt Leif Rackwitz, Projektleiter Brennkammer bei Rolls-Royce Deutschland. „Es ist die einzige Magerbrennkammer, in die wir hineinschauen können, und die Originalgröße ermöglicht es uns, die Forschungsergebnisse leichter auf reale Triebwerke zu übertragen. Das alles spricht extrem für diesen Prüfstand.“

Am Hochdruckbrennkammer-Prüfstand 1 (HBK 1) am DLR-Standort Köln werden reale Bedingungen in einer Magerbrennkammer eingestellt und untersucht. Dazu wird komprimierte Luft auf über 600 Grad Celsius erhitzt und zur Brennkammer-Messstrecke im Prüfstand geleitet. „Damit wird die Erwärmung der Luft im Verdichter im vorderen Teil eines Düsentriebwerks simuliert“, führt Christoph Hassa aus. In der Brennkammer selbst wird der Treibstoff zur heißen Luft hinzugefügt und das Luft-Treibstoff-Gemisch entzündet. Durch einen Rohrstutzen an der Brennkammer beobachtet eine Kamerasonde den Brennvorgang. „Durch bloßes Hingucken kann man hier bereits erkennen, wo das Gemisch verbrennt und ob die Flamme rußt“, beschreibt Ulrich Meier die neue Brennkammer.

Mit Hilfe von Lasern vermessen die Forscher, wie sich der Kraftstoff im Magerbrenner verteilt. „Eine optimale Einbringung des Kraftstoffs ist besonders wichtig, wenn dieser gut verbrennen soll“, erläutert Ulrich Meier. „Wir untersuchen, wie und wo der Brennstoff abbrennt, wo die für den Schub des Triebwerks nötige Wärme freigesetzt wird und ob es in der Kammer Problemzonen gibt.“ Zusätzlich lässt sich mit den Lasern die Temperatur an jeder Stelle in der Brennkammer bestimmen. Inwieweit durch die Magerverbrennung Schadstoffe reduziert werden, misst eine Gasentnahmesonde im Abgasrohr der Messstrecke.

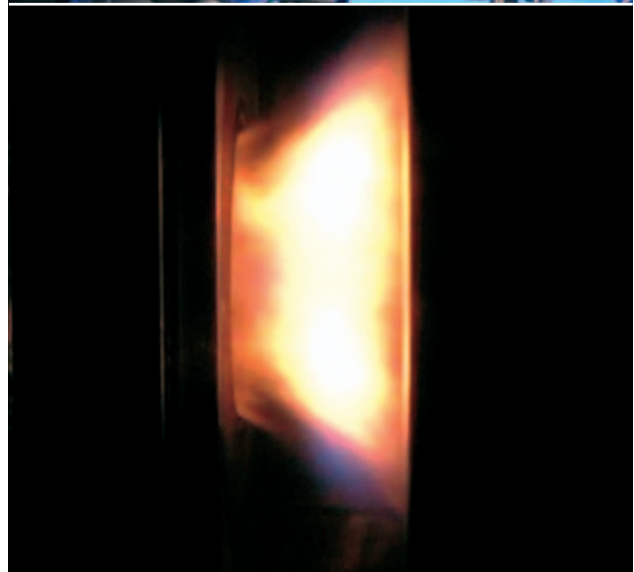
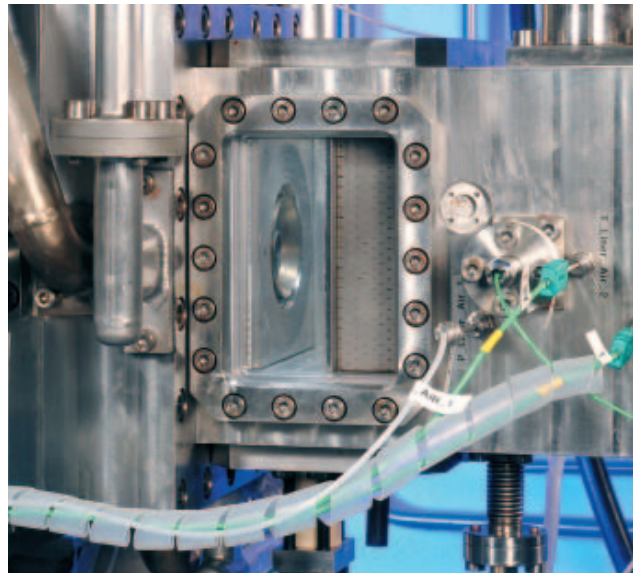
Drei Jahre lang wird Rolls-Royce die Magerverbrennung am HBK 1 untersuchen. „Der Prüfstand wurde bereits in mehreren nationalen und europäischen Forschungsprojekten eingesetzt“, freut sich Abteilungsleiter Hassa. „Und er konnte bereits signifikant dazu beitragen, die Umweltverträglichkeit zukünftiger Luftfahrtantriebe zu verbessern.“ ●

Autor:

Jonathan Focke studiert Wissenschaftsjournalismus an der TU Dortmund und hospitierte von Juli bis September 2010 im Bereich Kommunikation des DLR.

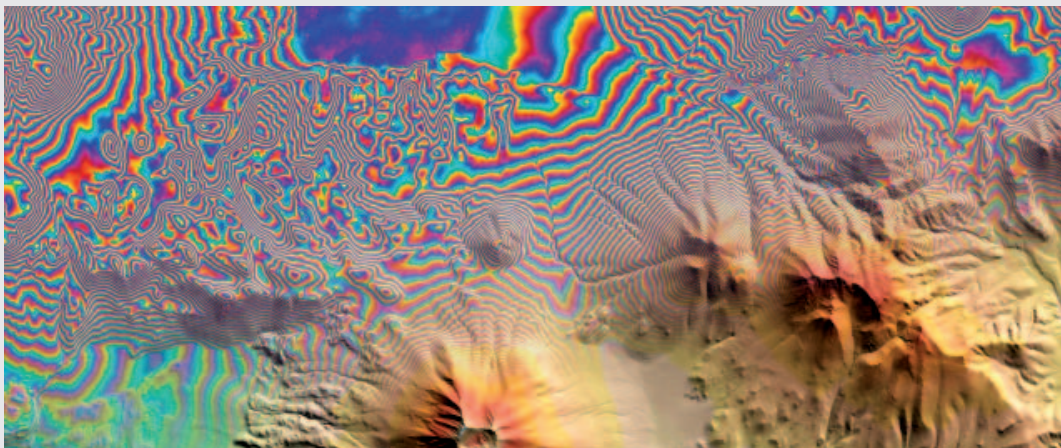
Weitere Informationen:

www.DLR.de/at



Oben: Das Herz des Prüfstands, die Brennkammer mit optischem Zugang. Mitte: Die Flamme im Blick, von einer Überwachungskamera aufgenommen. Unten: Wegen des Lärms und der hohen Temperatur- sowie Druckverhältnisse betreiben ein Messtechniker, in diesem Fall Dr. rer. nat. Ulrich Meier (links), und ein Prüflingenieur, hier André Mögelin, die Leitwarte der Anlage in gebotener Distanz.

Regionalmeldungen



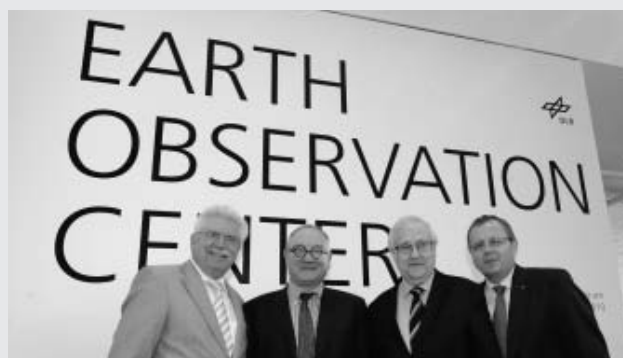
Ein Geländemodell aus Satellitendaten erstellt. Das DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung, das zum Cluster Angewandte Fernerkundung gehört, entwickelt die dafür notwendigen Algorithmen. Das Cluster hat seinen Sitz im DLR-Earth Observation Center (EOC) in Oberpfaffenhofen.

Neues Erdbeobachtungszentrum in Oberpfaffenhofen

„Die Erdbeobachtung durch Satelliten ist eine Schlüsseltechnologie nicht nur für staatliche Entscheidungsträger und Wirtschaft, sondern Daseinsvorsorge für uns alle“, sagte Wirtschaftsminister Rainer Brüderle bei der Eröffnung des neuen Erdbeobachtungszentrums (EOC) des DLR in Oberpfaffenhofen. Seit letztem Sommer arbeitet in dem neuen Gebäude das DLR-Institutscluster „Angewandte Fernerkundung“ als zentrale Einrichtung für satellitengestützte Erdbeobachtung in Deutschland. Aufgabe des Erdbeobachtungszentrums ist es, Satellitendaten zu erstellen, zu verarbeiten und bereitzustellen. Diese Satellitendaten dienen etwa der Beobachtung von Klimaveränderungen und Umweltbelastungen sowie der Unterstützung bei Naturkatastrophen. Wirtschaftsminister Brüderle: „Hier in Oberpfaffenhofen wird für unsere Zukunft geforscht.“

Im Institutscluster Angewandte Fernerkundung arbeiten seit Juli 2010 zwei DLR-Institute im Erdbeobachtungszentrum noch enger zusammen. Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) betreibt weltweit Empfangseinrichtungen und Satelliten-Dienstleistungen wie das Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation und das Weltdatenzentrum für Fernerkundung der Atmosphäre. Das DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF) entwickelt Algorithmen, mit denen Wissenschaftler gezielt Informationen aus dem hochkomplexen Datenstrom, der von Satelliten zur Erde gesendet wird, gewinnen können. Mit den im IMF entwickelten Verfahren entsteht zum Beispiel aus den Daten der Satellitenmission TanDEM-X ein digitales Höhenmodell der Erde.

www.DLR.de/eo
www.DLR.de/Oberpfaffenhofen



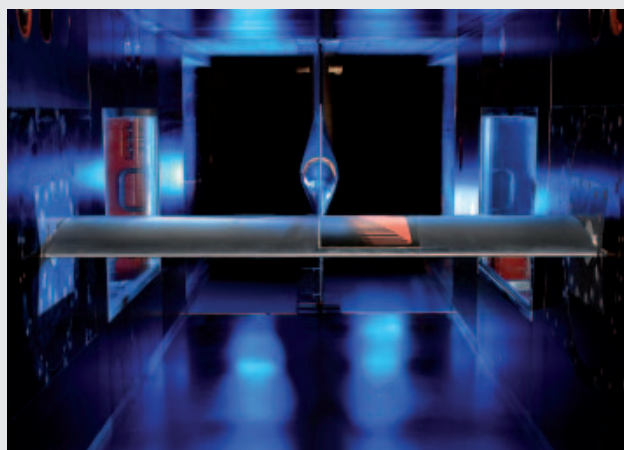
Die EOC-Einweihung im DLR Oberpfaffenhofen wurde von Prominenz aus Wissenschaft und Politik interessiert wahrgenommen

Flügel im Göttinger Wind

Ein bis dato unüblicher Flugzeugflügel ist im Göttinger Windkanal getestet worden. Es handelt sich um einen sogenannten Laminarflügel. Ihn zeichnet eine besondere Profilgeometrie und Oberflächenbeschaffenheit aus. Dadurch strömt die Luft ganz gleichmäßig und enganliegend über den gesamten Flügel. Bei den gängigen Flugzeugflügeln kommt es bereits an der Vorderkante zu Verwirbelungen der Luft, was sich auf den Luftwiderstand und damit auf den Treibstoffverbrauch auswirkt.

Da das Schwingungsverhalten von Laminarflügeln in der Luft bisher noch ungenügend erforscht ist, werden Flügelmodelle in dem 50 Meter langen Windkanal mit Luft umströmt und Flugbedingungen nahe der Schallgeschwindigkeit simuliert. Sensoren messen bei solchen Experimenten die Druckverteilung und die auftretenden Schwingungen, unter anderem um das Flatterverhalten solcher Flügel zu ergründen.

www.DLR.de/ae
www.DLR.de/Goettingen



Das Schwingungsverhalten von Laminarflügeln wird im Windkanal erforscht

Erfolg der Ariane 5 – Freude im DLR Lampoldshausen

Freude im DLR Lampoldshausen: Als Europas stärkste Rakete, die Ariane 5 ECA (Evolution Cryotechnique Type A), am 4. August 2010 vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana zu ihrem 196. Flug (V-196) startete, war das auch ein Erfolg der DLR-Forscherinnen und -Forscher. Im Rahmen des begleitenden Technologie- und Forschungsprogramms hatten sie auf dem vom DLR betriebenen Prüfstand P5 in Lampoldshausen technische Spezifikationen und Neuentwicklungen am Haupttriebwerk Vulcain 2 erprobt. In einer mehrmonatigen Kampagne im Rahmen des ARTA-Programms (Ariane 5 Research and Technology Accompaniment) der Europäischen Weltraumorganisation ESA testeten die Wissenschaftler dabei nicht nur aktuelle Neuerungen am Triebwerk (vor ihrem Einsatz im Flug), sondern implementierten auch eine neue Düse als Prototyp.

Mit der Ariane 5 wurden die beiden Satelliten Nilesat-201 und RASCOM-QAF1R ins All gebracht. Sie sollen Telekommunikationsdienstleistungen für den Nahen Osten und Nordafrika bzw. noch nicht erschlossene Gebiete des afrikanischen Kontinents bereitstellen.

www.DLR.de/Ariane-Neuentwicklung
www.DLR.de/Lampoldshausen



© 2010 ESA-CNES-Arianespace/Photo Optique Vidéo CSG

Die Ariane 5 ECA, Europas stärkste Trägerrakete hebt ab

DLR-Finalist des Ludwig-Erhard-Preises 2010

Als erste Forschungseinrichtung erhielt das DLR am 18. November 2010 die Finalisten-Urkunde für den Ludwig-Erhard-Preis. Die Auszeichnung wurde erstmals 1997 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie vergeben und wird alljährlich Unternehmen zugesprochen, die sowohl Spitzenleistungen vollbringen als auch organisatorisch exzellent aufgestellt sind. Damit soll zur Anwendung ganzheitlicher Managementsysteme angeregt werden. Ausschlaggebend für die DLR-Administration waren die hohe Mitarbeitermotivation, die Strategie- und Zielumsetzung sowie das Prozessmanagement.

www.ilep.de



© ilep

Auszeichnung für Spitzenleistungen im Wettbewerb



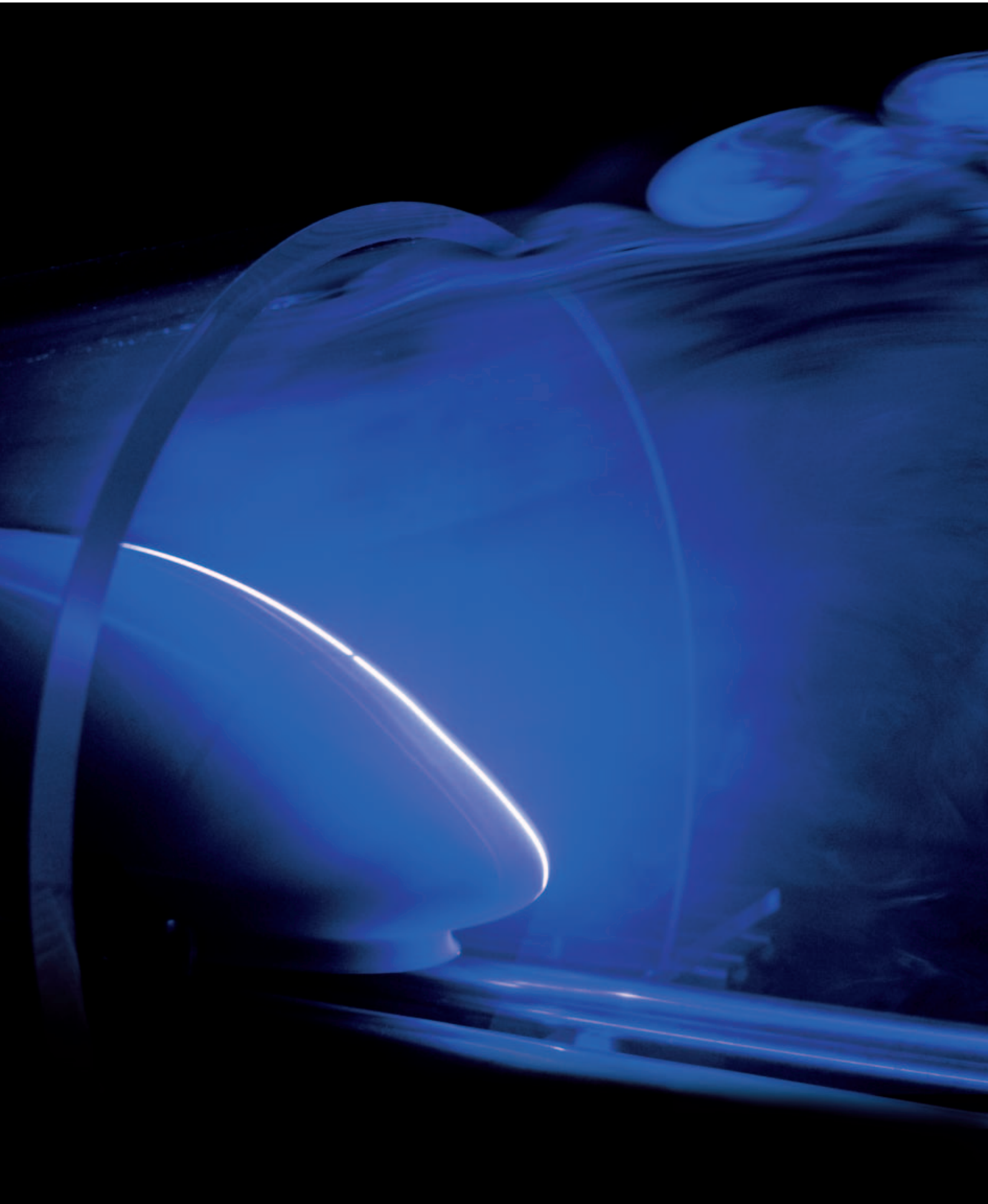
Bundes- und Landespolitiker trafen im DLR Neustrelitz zusammen, hier vor einer 3-D-Aufnahme des Schwarzwalds

Maritime Sicherheit – Forschungsthema im DLR Neustrelitz

Im DLR Neustrelitz informierten sich Bundesinnenminister Dr. Thomas de Maizière sowie aus Mecklenburg-Vorpommern Kultusminister Henry Tesch und Wirtschaftsminister Jürgen Seidel über DLR-Forschungen im Bereich Sicherheit. Ihnen wurde das Projekt Maritime Sicherheit vorgestellt. Es hat zum Ziel, einen Echtzeitservice zur Situation im Ost- und Nordseeraum sowie in anderen internationalen Gewässern zu schaffen. Hierzu laufen die Erfahrungen aus der Arbeit mit Echtzeitsystemen, Fernerkundungsanwendungen und Navigation sowie die Expertise aus dem Automatischen Identifikationssystem (AIS) vom DLR-Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen zusammen.

AIS bedeutet, dass Schiffe mit einem Sender ausgestattet sind, der dem Empfänger alle notwendigen Informationen über das Schiff selbst und seine Ladung mitteilt. So lassen sich Schiffe erkennen, die Fischerei überwachen sowie Wellenhöhe, Windstärke und Ölaustritte bei Schiffen erfassen. Die Bundespolizei See, die Deutsche Marine, die Europäische Weltraumorganisation ESA und die European Maritime Safety Agency (EMSA) werden diesen Service in Zukunft nutzen.

www.zki.DLR.de
www.DLR.de/Neustrelitz



Sicher durch den Tunnel

Jeder kennt es von der Autobahn: Wer einen Laster bei starkem Seitenwind von rechts überholt, spürt einen kräftigen Schlag, sobald er aus dem Windschatten kommt. Manchmal hilft nur starkes Gegensteuern, um in der Spur zu bleiben. Doch was könnte einem doppelstöckigen Zug widerfahren, der mit mehreren hundert Stundenkilometern aus einem Tunnel kommt und plötzlich zur Seite gedrückt wird?

DLR nimmt weltweit einzigartiges Katapult für Hochgeschwindigkeitszugmodelle in Betrieb

Von Jens Wucherpfennig

Schienenfahrzeug-Aerodynamik: Wissenschaftliche Themengebiete

- Energieverbrauch (Widerstand) und Lärmemission
- Fahrsicherheit (Seitenwindempfindlichkeit)
- Kopfwelle und Slipstream (Tunnelfahrt, Bahnsteig)
- Bahndamm (Unterbodenströmung, Schotterflug)
- Abnahmemessungen nach TSI (Technical Standard of Interoperability)
- Thermischer Komfort und Bordsysteme

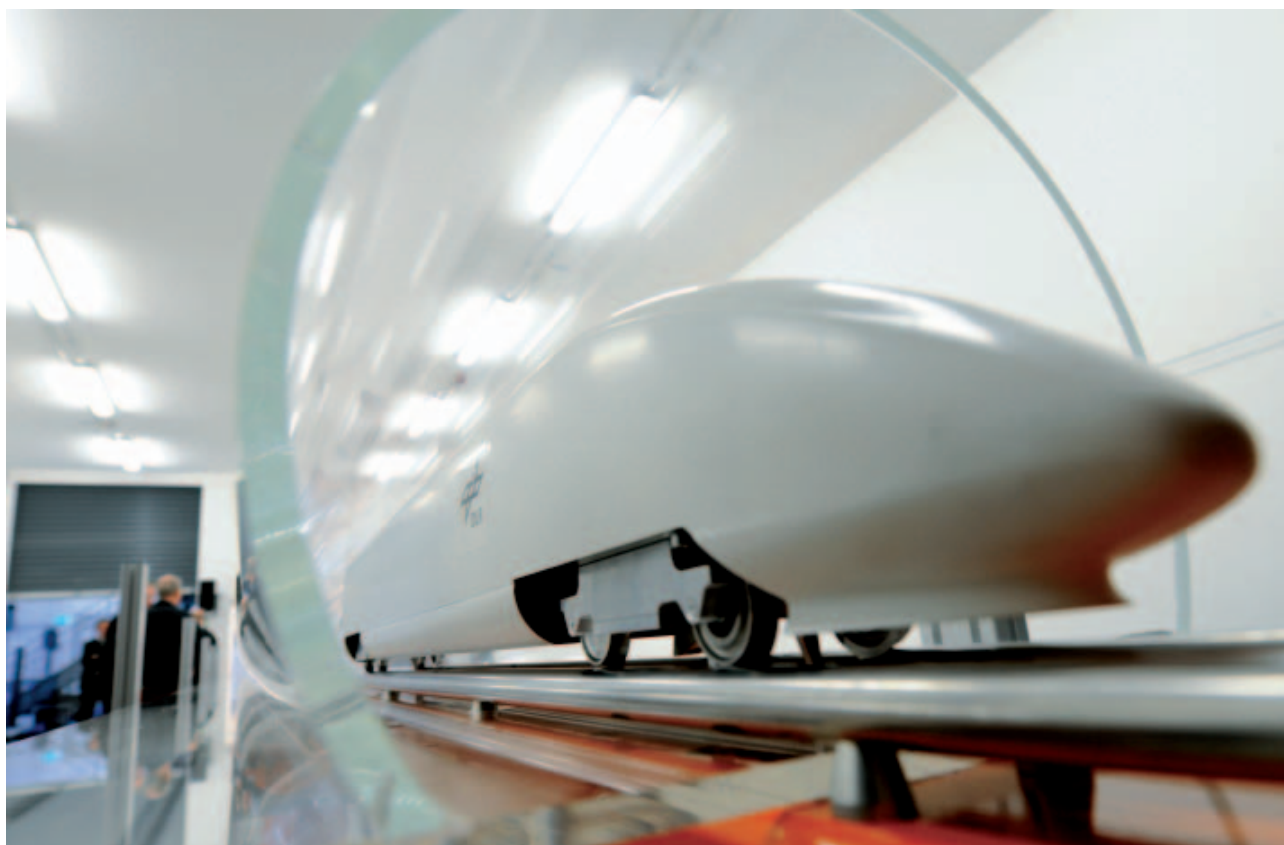
Um die höher und leichter werdenden Züge der nächsten Generation sicher sowie gleichzeitig schneller und sparsamer zu machen, ist die Form von entscheidender Bedeutung. Der Untersuchung der aerodynamisch optimalen Form künftiger Schienenfahrzeuge dienen zwei neue Forschungsanlagen im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Göttingen. Am 8. Oktober 2010 wurden sie der Öffentlichkeit vorgestellt. Weltweit einzigartig ist die Tunnel-Simulationsanlage. Mit ihr können Wissenschaftler das Fahrverhalten von Zugmodellen bei Geschwindigkeiten von bis zu 400 Stundenkilometern untersuchen. Ergänzt wird sie von einer Seitenwind-Versuchsanlage. Für die beiden neuen Einrichtungen wurden mehr als drei Millionen Euro investiert.

„Wir wollen noch klimafreundlichere, leichtere und komfortablere Schnellzüge erforschen“, erklärte der DLR-Vorstand für Verkehr, Prof. Ulrich Wagner, anlässlich der Einweihung im DLR Göttingen. „Wir entwickeln die Technologien für die Züge von morgen und zeigen auf, was technisch machbar ist.“ Und der Leiter des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik, Prof. Andreas Dillmann, verdeutlichte: „Bisher gibt es keine einzige Einrichtung, in der getestet werden kann, was mit Zügen passiert, wenn sie mit hohem Tempo in einen Tunnel fahren“. Mit modernster Messtechnik kann nun unter anderem untersucht werden, wie sich Hochgeschwindigkeitszüge in einem Tunnel aerodynamisch verhalten. Das Einfahren gilt als besonders kritisch: Wie der Kolben einer Luftpumpe schiebt sich der Zug dann in den Tunnel. Dabei entsteht eine Druckwelle. Diese kann zu Knallgeräuschen wie bei Überschallfliegern führen. Das zu verhindern, ist ein Ziel der Göttinger Forscher.

Seitenwind als Gefahr berechenbar machen

Ein weiteres Problem für Hochgeschwindigkeitszüge: „Bei Tempo 300 wird die Spitze von doppelstöckigen Zügen entlastet. Das heißt, bei starkem Seitenwind besteht die Gefahr, dass

In der neuen Tunnel-Simulationsanlage in Göttingen untersuchen die DLR-Forscher mit Hilfe von Rauch und Laserlicht das Verhalten von Hochgeschwindigkeitszügen in Tunneln



Mit den neuen Göttinger Forschungsanlagen wird es für die Aerodynamiker möglich, zwei kritische Phänomene von Hochgeschwindigkeitszügen zu simulieren: Bei der Fahrt durch einen Tunnel können Effekte wie bei einem Überschallknall auftreten. Außerdem dürfen auch die leichteren Züge der Zukunft bei starkem Seitenwind nicht umkippen. Den Wind erzeugt ein Gebläse seitlich von der Schiene (Bild Mitte rechts). Die Modellzüge werden mittels Katapult auf bis zu 400 Stundenkilometer beschleunigt (Mitte und unten links). Mit der Inbetriebnahme der neuen Anlagen ist das DLR „europaweit führend in der Aerodynamik von Schienenfahrzeugen“, wie Prof. Andreas Dillmann erklärt (unten rechts).

sie kippt – trotz eines Zuggewichts von hunderten von Tonnen“, erklärt DLR-Wissenschaftler Prof. Andreas Dillmann. Darum ist im DLR Göttingen auch die Seitenwind-Versuchsanlage aufgebaut worden. Mit ihr kann simuliert werden, welche Kräfte und Druckverhältnisse bei Seitenwind auf einen Zug wirken. So lassen sich Möglichkeiten erforschen, wie die Empfindlichkeit gegenüber Seitenwind verringert werden kann.

Bisher bestehende Windkanäle können hier nur bedingt helfen. Ihr Prinzip basiert darauf, dass die Luft um ein stillstehendes Modell geblasen wird. Die Tunnel-Simulationsanlage ist in diesem Punkt wesentlich realitätsnäher: Das Modell bewegt sich wie sein großes Vorbild in der Wirklichkeit. „Dadurch können wir zum Beispiel die Wechselwirkung zwischen dem Zug und dem Unterboden realistisch darstellen“, führt Sigfried Loose aus. Er ist der Projektleiter der neuen Anlagen.

Dem antiken Katapult abgeschaut

Blieb noch das Problem der Zugbeschleunigung zu lösen. Bei der Suche nach einer effizienten Methode, die Zugmodelle in kürzester Zeit auf hohe Geschwindigkeiten zu bringen, wurden die DLR-Forscher bei den alten Römern fündig: Um Pfeile blitzschnell ins Ziel zu bekommen, setzten diese in der Antike spezielle Geschütze ein. Solche sogenannten Torsionsgeschütze feuerten Pfeile mit circa fünfzig Meter pro Sekunde ab. Das DLR-Katapult erreicht dank einer Hydraulikpumpe sogar einhundert Meter pro Sekunde. Zwei Hebelarme katapultieren dabei über Seilzüge einen Rollschlitten, auf dem das im Maßstab 1:20 bis 1:100 verkleinerte Zugmodell steht. Magnete bremsen den Schlitten nach wenigen Metern ab – danach rollt das Modell mit bis zu 400 Stundenkilometern auf 60 Meter langen Schienen. „Dabei tritt eine Beschleunigung bis zu 100 g auf“, sagt Loose. Um die Testfahrt aufzunehmen und auszuwerten, bedarf es spezieller Messtechnik: Laser, Hochgeschwindigkeitskameras sowie Druck- und Temperatursensoren. Sie sind zum Teil noch in der Entwicklung. Am Ende kommt der Modellzug in einer Schüttung aus Styroporkugeln zum Stillstand.

Göttinger Traditionslinie in der Bahnforschung

Göttingen hat eine lange Tradition in der Erforschung von Eisenbahntechnik. Bereits im Jahr 1913 wurden im Auftrag der Königlich Preussischen Eisenbahnverwaltung die ersten Windkanaluntersuchungen an Zügen durchgeführt. „Hier wurden schon immer Schienenfahrzeuge getestet“, weiß der Göttinger Strömungsforscher Sigfried Loose zu berichten. An vielen alten Dampfloks war eine Göttinger Erfindung angebracht: Die sogenannten Betzchen Rauchschilder leiteten den Qualm der Lok am Führerhaus vorbei und sorgten so für freie Sicht. Auch die Technik der Magnetschwebbahn – heute im Transrapid genutzt – wurde in den Dreißigerjahren in Göttingen entwickelt. Seit der Einführung von Hochgeschwindigkeitszügen hat das Thema Aerodynamik an Aktualität gewonnen. So basiert die Kopfform des ersten deutschen Hochgeschwindigkeitszuges ICE 1 von 1980 auf Know-how des DLR Göttingen. Die Forscher wenden die Erkenntnisse aus der Luftfahrt auf Schienenfahrzeuge an – die Eisenbahn geht sozusagen in die Flugschule.

Mit dem Projekt LAYF (Lärmimmission und Aerodynamik von Fahrzeugen) begann 2001 der systematische Aufbau der Erforschung der Fahrzeugaerodynamik im DLR. Die beiden jetzt in Betrieb genommenen Versuchsanlagen für Tunnel-Simulation und Seitenwind ergänzen die bereits bestehenden Großanlagen für die Zugforschung wie den Hochdruckwindkanal Göttingen und den Kryowindkanal Köln. Außerdem entsteht gerade ein Hochleistungsrechencluster für die Aerodynamik und Innenströmung von Fahrzeugen (SCART: Simulation Center for Aerodynamic Research in Transportation). „Damit ist das DLR europaweit führend in der Aerodynamik von Schienenfahrzeugen“, so Institutsleiter Andreas Dillmann. ●

Das DLR-Projekt Next Generation Train

Die Aerodynamik des Zuges der Zukunft ist zentraler Bestandteil des DLR-Projekts „Next Generation Train“. Unter Federführung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart werden die Kompetenzen von acht DLR-Instituten gebündelt. Ziel ist es, die Forschung und Entwicklung von Hochgeschwindigkeitszügen der nächsten Generation voranzubringen. Dazu untersuchen die DLR-Wissenschaftler, wie sich die Fahrgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Halbierung des spezifischen Energieverbrauchs erhöhen lässt, wie es gelingen kann, dass die Züge leiser, komfortabler und sicherer werden, wie sich Verschleißverhalten und Lebenszykluskosten optimieren lassen, wie durch Modularisierung und Systemintegration kosteneffizienter gebaut werden kann und wie Entwicklungs- und Zulassungsprozesse effizienter gestaltet werden können.



Schneller und sparsamer: Im Projekt Next Generation Train zeigt das DLR auf, was technisch möglich ist. Die Aerodynamik für diesen „Zug der Zukunft“ wird in Göttingen erforscht.

Autor:

Jens Wucherpfennig ist für die Kommunikation am DLR-Standort Göttingen verantwortlich.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/Tunnelsimulation



Wie fahren wir die Autos der Zukunft?

Im Flugzeug ist der Autopilot nichts Ungewöhnliches mehr. Die Technik ist fortgeschritten, Automatisierung macht das Fliegen sicher. Eine vergleichbare Entwicklung ist zurzeit für Autos im Gange. Dabei wird auch das Know-how aus der Luftfahrt genutzt und mit der Verkehrsforschungskompetenz des DLR verknüpft. Das Ergebnis: Neuentwicklungen für den Verkehr, beispielsweise zur Automation bodengebundener Fahrzeuge.

Von assistierter zu hochautomatisierter Fahrzeugführung

Frank Flemisch, Anna Schieben, Henning Mosebach

Moderne Verkehrsflugzeuge werden über weite Strecken vom Autopiloten und vom Flightmanagement-System geflogen. Der Pilot überwacht den Flug. Auch wenn der Pilot fliegt, begleiten ihn automatische Systeme: Sie warnen bei gefährlichen Zuständen oder schalten sich bei Gefahr bringenden Eingaben des Piloten ein. Doch den Vorteilen der Automation in der Luftfahrt steht eine Kehrseite gegenüber: Ein so komplexes Cockpit zu bedienen, kann selbst wieder neue Probleme mit sich bringen. Intensives Training der Piloten macht das in der Luftfahrt wett. Dieser Weg ist für das Autofahren nur bedingt gangbar.

Was kann Automation im Fahrzeug bringen und wo liegen die Herausforderungen?

Die Luftfahrt hat ihren Weg gefunden. Nun ist auch für den Straßenverkehr eine Entwicklung hin zu automatisiertem Fahren im Gange. Einzelne Assistenzsysteme, die beispielsweise als Adaptive Cruise Control, besser bekannt als ACC, automatisiert den Abstand halten, gibt es bereits in Serie. Autonomes Fahren, also automatisiertes Fahren ohne Fahrer, wurde bereits in vereinfachten Anwendungen gezeigt (z. B. im Wettbewerb Grand Challenge der DARPA, einer Behörde des US-Verteidigungsministeriums). Sie sind aber noch nicht so perfekt, dass sie auch in Serienfahrzeugen zuverlässig ohne Fahrer funktionieren. Wie nutzen wir das Potenzial der Automatisierung für Sicherheit und Komfort? Wie fahren wir die Autos der Zukunft? Wie lösen wir die Herausforderung, dass auch eine komplexe Automation von jedermann begreif- und fahrbar sein soll?

Wie auch immer die Autos der Zukunft aussehen werden – Assistenzfunktionen und eine leistungsfähige Automation werden das Fahren leichter und sicherer machen

Die vom DLR und seinen Partnern aus Industrie und Forschung angestrebte Lösung liegt – ähnlich wie in der Luftfahrt – nicht darin, den Menschen zu ersetzen, sondern in einer hochautomatisierten, kooperativen Kombination von Technik und Fahrer. Das Fahrzeug könnte selbst fahren, macht dies aber nur auf Wunsch des Fahrers, und immer so, dass der Fahrer eingebunden bleibt und jederzeit übernehmen kann. So kann der Fahrer beispielsweise auf für ihn attraktiven Straßen selbst fahren. Wenn es kritisch wird und der Fahrer nicht rechtzeitig reagiert, hilft die Automation, einen möglichen Unfall zu vermeiden. Auf monotonen Strecken kann automatisch gefahren werden; dann hält der Fahrer nur ein wachsames Auge darauf.

Neben vielen technischen Herausforderungen bestehen die spannendsten Forschungsfragen darin, was man als Fahrer eines solchen Fahrzeugs nebenher tun darf, um immer noch genügend eingebunden zu sein und sicher übernehmen zu können. Weiterhin interessant: Welche Erwartungen haben Fahrer an ein solches System und wie soll die Schnittstelle zwischen Mensch und Automation gestaltet sein, damit es einfacher ist als im Flugzeugcockpit.

Was würden Sie von hochautomatisierten Fahrzeugen erwarten? – Von Nutzerbefragungen zu den Grundlagen kooperativer Fahrzeugführung

Wissenschaftler des DLR gestalten und erforschen, wie Fahrerinnen und Fahrer in Zukunft ein hochautomatisiertes Auto bewegen könnten und welche Informationen im Fahrzeug angezeigt werden sollen, damit jederzeit Klarheit über den Fahrzeugzustand herrscht. Die Interaktion, d. h. das Zusammenspiel zwischen Fahrer und automatisiertem Fahrzeug wird dabei mit den potenziellen Nutzern dieser Fahrzeuge zusammen gestaltet. Dazu laden die Forscher Autofahrer ins Labor des DLR-Instituts für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig ein und befragen sie zu ihren Erwartungen an das Fahrzeug.

In einem modular aufgebauten Labor zur schnellen, prototypischen Entwicklung von Fahrerassistenz- und Automations-

systemen (Straightforward Modular Prototyping Laboratory), kurz SMPLab, befinden sich zwei kleine Fahrsimulatoren mit je einem Fahrersitz. Sie sind mit einem Lenkrad sowie mit Gas- und Bremspedal ausgestattet. Das Besondere daran: Beide Lenkräder und die Pedale der beiden Simulatoren sind miteinander gekoppelt. So kann man von dem einen Simulator aus das Lenkrad des anderen bewegen. Gleiches ist auch mit den Pedalen möglich. Dieser Aufbau wird Theater-System genannt, weil sich damit wie im Theater Situationen und Techniken durchspielen lassen, die es in Wirklichkeit (noch) nicht gibt. Die Probanden sitzen im linken Fahrsimulator und eine Wissenschaftlerin oder ein Wissenschaftler „spielt“ auf dem rechten Fahrsimulator die Automation. Durch die Koppelung der Lenkräder und Pedale kann die Testperson direkt spüren, was die Automation gerade tun würde.

Beim Durchfahren verschiedener Situationen wird die Testperson gefragt, welche Erwartungen sie an ein hochautomatisiertes Fahrzeug hat, beispielsweise: „Was soll das Fahrzeug tun, wenn plötzlich ein Hindernis vor Ihrem Fahrzeug auftaucht?“. Der Proband kann zeigen, was passieren soll, indem er das Lenkrad oder die Pedale bedient und mitteilt, ob und welche Art von Anzeige im Display oder welcher Ton hilfreich wäre. Auf diese Weise werden verschiedene Fahrsituationen durchgespielt. Die Ideen werden auf Video und in Interviewprotokollen festgehalten.

Um sich eine Interaktion mit einem Fahrzeug besser vorzustellen, verwenden die DLR-Verkehrsforscher wie auch Forscher der TU München und der NASA das Zusammenspiel von Pferd und Reiter bzw. Pferd und Kutscher als Metapher. Das Pferd kann seine Umwelt erkennen, sodass es als Vorbild für die Gestaltung des Zusammenspiels zwischen Fahrer und Fahrzeug dienen kann.

Wenn Ideen und Erwartungen gesammelt sind, werden die Interaktionen gestaltet und Displays sowie akustische und haptische Signale entworfen; es wird festgelegt, wie Kräfte und Vibrationen auf dem Lenkrad wirken. Diese Interaktion wird dann in Software-Prototypen eingebaut. Die Prototypen wiederum steuern das Fahrzeug bereits hochautomatisiert und spielen die Interaktion für die unterschiedlichen Fahrsituationen ein. Anschließend werden sie in den DLR-Simulatoren und Versuchsfahrzeugen getestet.

Von der Grundlagenforschung zur industriellen Umsetzung: Highly Automated Vehicles – Intelligent Transportation HAVEit

Richtig spannend wird es, wenn im nächsten Schritt die im Fahrlabor entwickelten Konzepte und Algorithmen in den Versuchsfahrzeugen des DLR-Instituts erprobt werden. Das neue Automationssystem, sozusagen das „Pferdegehirn“ des hochautomatisierten Fahrzeugs, erkennt das Fahrzeugumfeld über Sensoren, plant die optimale Fahrstrategie in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten und leitet den Fahrer durch die entsprechenden Manöver. Dazu werden die Fahrzeugsensoren miteinander verknüpft.

Ein essenzieller Teil dieses intelligenten Verhaltens kann bereits heute in Versuchsfahrzeugen demonstriert werden. Die Konzepte zum hochautomatisierten Fahren sind inzwischen so weit gediehen, dass eine Serienentwicklung bereits in absehbarer Zeit realisiert werden könnte. So werden in dem EU-Projekt HAVEit solche Systeme mit seriennahen Komponenten entwickelt. Das betrifft zunächst die Sensoren und Aktoren im Fahrzeug, mit denen das Automationssystem in das aktuelle Fahrmanöver eingreifen kann. Auch das „Gehirn“ wird hier mit kompakten Seriensteuergeräten realisiert. Diese unterliegen den in der Automobilbranche üblichen Softwareentwicklungsprozessen. Dadurch wird sichergestellt, dass eine Erfolg versprechende Mischung aus innovativen Funktionalitäten der neuen Software mit robusten Entwicklungsprozessen zu Stande kommt.



Mit dem Versuchsfahrzeug FASCar untersucht das DLR neue Konzepte für hochautomatisiertes Fahren



Der Prototyp des Fahrassistenz- und Automationssystems wurde im dynamischen Fahrsimulator des DLR-Instituts für Verkehrssystemtechnik getestet

Erprobt werden die Systeme mit Hilfe des Steer-by-wire-Fahrzeugs FASCar II des DLR. Dieses Forschungsfahrzeug hat keine Lenksäule mehr, die Lenksignale werden stattdessen elektronisch übertragen, ebenso wie die Bremssignale und die Gaspedalstellung. Dadurch werden völlig neuartige Interaktionsmechanismen zwischen Fahrer und Automationssystem ermöglicht. Ausgehend von einer intensiven Erprobung in Simulatoren und Versuchsfahrzeugen werden die Konzepte zurzeit in Pkw der Volkswagen AG sowie von Continental und in einem Lkw von Volvo eingerüstet und weiter erprobt. Zusammen mit dem DLR-Versuchsfahrzeug wird das hochautomatisierte Fahren im Jahr 2011 in der Europäischen Abschlussdemonstration des Projekts HAVEit präsentiert werden.

Wie fahren wir die Autos der Zukunft? Es sind noch längst nicht alle Forschungsfragen zum hochautomatisierten Fahren beantwortet, doch die Forschungsergebnisse geben Anlass zur Hoffnung, dass wir auch in Zukunft wählen können, wann wir selbst fahren möchten, dass wir, wenn es brenzlich wird, von leistungsfähiger Assistenz unterstützt werden, und dass wir monotone Anteile des Fahrens an eine Automation abgeben können. Allerdings ohne die Zügel völlig aus der Hand zu geben. ●

Autoren:

Dr.-Ing. Frank Flemisch leitet die Forschungsgruppe Systemergonomie und Design am Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig.

Dipl.-Psych. Anna Schieben forscht zu Transitionen von Automationsgraden in assistierten und hochautomatisierten Fahrzeugen.

Dr.-Ing. Henning Mosebach leitet die Forschungsgruppe Versuchsfahrzeuge am Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/ts



Per Mausklick durch die Forschung

Was haben Schokolade und Dynamit gemeinsam? Auf den ersten Blick nicht viel. Auf den zweiten allerhand: Beide enthalten nutzbare Energie. Und beide setzen diese Energie durch Verbrennung frei. – Entdecken kann man diesen ungewöhnlichen Vergleich von einer Süßigkeit mit einem Sprengstoff im neuen Internet-Portal DLR_next. Jugendliche im Alter von zwölf bis 18 Jahren sollen in ihrem eigenen Medium, dem Internet, angesprochen werden – und zwar im Gegensatz zu schulischen Maßnahmen wie den DLR_School_Labs in ihrer Freizeit. „Es gibt für Kinder und Jugendliche ja schließlich noch ein Leben nach der Schule“, sagt Volker Kratzenberg-Annies, Vorstandsbeauftragter für Nachwuchsförderung im DLR. „Und wer die Jugend für seine Themen begeistern will, sollte daher auch im Web altersgerecht präsent sein.“ Erreichen will man dabei nicht nur diejenigen, die sich sowieso schon für Naturwissenschaften interessieren. „Zu unserer Zielgruppe gehören auch die Jugendlichen, die erst noch entdecken, wie spannend Forschung sein kann.“

Neues Internet-Portal DLR_next für Jugendliche

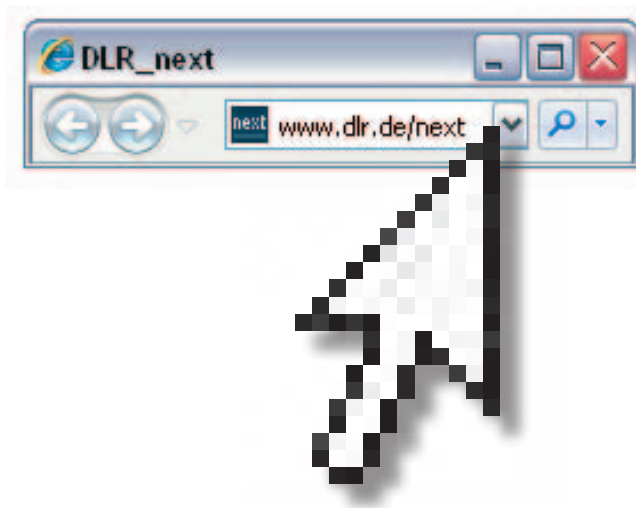
Von DLR-Online-Redakteurin Manuela Braun

Wer auf den Seiten des Portals herumklickt, stößt auf viele Themen: der Alltag im All mit Blitzen im Schlaf und Pizza an der Decke. Die größten Irrtümer zum Thema Raumfahrt, zu denen der Mythos gehört, dass die Chinesische Mauer selbst noch vom Mond aus zu erkennen sei. Der Zug der Zukunft, der mit 400 Kilometern in der Stunde über die Schienen „fliegt“. Oder auch auf Erklärungen für vermeintlich Selbstverständliches – nämlich wie der Strom in die Steckdose kommt, wie das Flugzeug fliegen kann oder wie GPS-Geräte den richtigen Weg weisen. „Wir wollen zum einen den Bezug zum Alltag der Jugendlichen herstellen und zum anderen die Faszination für die Naturwissenschaften mit verblüffenden Einsichten und Erkenntnissen ermöglichen.“

Das Ziel: Das Interesse an Forschung und Technik zu wecken – und letztendlich vielleicht auch bei dem einen oder anderen den Anstoß für einen Beruf oder ein Studium in den Naturwissenschaften zu geben. Dabei sollen leicht verständliche Texte, Fotos, Filme und Spiele den Einstieg in die Themen erleichtern. Der Nutzer kann virtuell das Sonnensystem erkunden, Flugzeuge inspizieren oder das umweltfreundliche Auto der Zukunft konstruieren.

Zukunftspläne für das frisch gestartete Online-Portal gibt es auch schon. Die Seite soll regelmäßig mit neuem „Stoff“ aus Wissenschaft und Technik gefüttert werden. Den Themen sind dabei keine Grenzen gesetzt. Wenn man anschaulich erklären kann, was Kondensstreifen mit dem Klima zu tun haben und wie ein Hybrid-Kraftwerk funktioniert, dann gilt das selbst für Einsteins Relativitätstheorie. Und wer als User mit der Maus über den Globus fliegt und sich dabei von Satellitenbild zu Satellitenbild klickt, bekommt nicht nur Informationen, sondern hat auch noch Spaß. Außerdem sollen schon demnächst – zusätzlich zu dem bereits angebotenen Kontaktformular – weitere Angebote hinzukommen, die den Jugendlichen die Möglichkeit bieten, aktiv mitzumachen. Zum Beispiel können die Nutzer des Portals dann Fragen einreichen, die von Ingenieuren, Astronauten oder Piloten beantwortet werden.

Ganz nebenbei: Wer glaubt, dass Dynamit mehr Energie hat als Schokolade, ist auf dem Holzweg und sollte sich bei DLR_next schlau machen. Während es nämlich explosives Dynamit gerade einmal auf drei Megajoule pro Kilogramm bringt, speichert leckere Schokolade rund 25 Megajoule pro Kilogramm – Energie, die in unserem Körper ganz langsam verbrannt wird. ●





Testfall Südpol

Astronauten und Polarforscher haben eines gemeinsam: Sie leben und arbeiten unter extremen Bedingungen. Mit Enge und monatelanger Isolation haben sowohl die Besatzungsmitglieder der Internationalen Raumstation ISS wie auch Wissenschaftler in der Antarktis zu kämpfen. Bis auf die Schwerelosigkeit sind die Lebensbedingungen in einer Antarktis-Station denen im Weltall sehr ähnlich. Für Raumfahrtmediziner ist das eine besondere Chance: In einem von der DLR Raumfahrt-Agentur begleiteten Kooperationsprojekt mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung untersuchen Mediziner in der deutschen Antarktis-Station Neumayer III, wie sich die extremen Lebensbedingungen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Bewohner auswirken. Die Ergebnisse vom Südpol sind für die Raumfahrt hochinteressant.

Raumfahrtmediziner lernen von Polarforschern für Langzeitaufenthalte von Astronauten

Von Jonathan Focke

Die Kooperation

Im November 2009 haben das DLR in seiner Rolle als Raumfahrt-Agentur und das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen: Auf der deutschen Antarktis-Station Neumayer III stellt das AWI die Infrastruktur, Stationsarzt und Probanden sowie die Transportlogistik zur Verfügung. Die DLR Raumfahrt-Agentur unterstützt die Forschung von Hochschulmedizinern in Berlin und München durch Zuwendungen an deren Universitäten aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

Wer unter extremen Lebensbedingungen vernünftig forschen und arbeiten will, muss fit sein. Das gilt für Astronauten auf der Internationalen Raumstation ISS genauso wie für Polarforscher in der Antarktis. „Die Erhaltung der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit der Mannschaft sind von entscheidender Bedeutung“, erklärt Professor Günter Ruyters, Programmleiter Biowissenschaften in der DLR Raumfahrt-Agentur in Bonn. Wie sich Isolation, Enge, eingeschränkte Mobilität und Schwerelosigkeit auf die Gesundheit der Astronauten auswirken, untersuchen Weltraummediziner wie Professor Hanns-Christian Gunga von der Charité Berlin und Dr. Alexander Choukèr von der Ludwig-Maximilians-Universität München. In ihren Experimenten „THERMO“ und „IMMUNO“ erforschen die Wissenschaftler, welche Auswirkungen das Leben im All auf Wärme- und Kreislauf-Regulation sowie das Immunsystem der Astronauten auf der ISS hat.

Doch für bestimmte Aspekte dieser Gesundheitsforschung muss man gar nicht unbedingt in den Weltraum. Sehr ähnliche Bedingungen wie die auf der ISS finden sich auch in Forschungsstationen in der Antarktis. Extreme Kälte, lange Isolation und Arbeiten auf engem Raum in einer lebensfeindlichen Umgebung machen Polarforschungsstationen wie Neumayer III auch für Weltraummediziner interessant. „Es war nur folgerichtig, dass die Wissenschaftler vor einigen Jahren Kontakt zu Kollegen des Alfred-Wegener-Instituts aufgenommen haben, um gemeinsam die Möglichkeit von Untersuchungen in der Antarktis auszuloten“, sagt Ruyters.

Seit 2009 haben Professor Gunga und Dr. Choukèr nun nicht mehr nur Experimente im Weltraum, sondern ebenso am Südpol. Wie in ihren ISS-Experimenten geht es den Medizinern auch in der Antarktis um die Untersuchung des menschlichen Kreislaufs und seines Immunsystems unter Isolationsbedingungen. Als Probanden dienen den Wissenschaftlern die Überwinterer auf Neumayer III. „Während sich im antarktischen Sommer manchmal bis zu 40 Menschen in der Station aufhalten, leben und arbeiten dort im antarktischen Winter meist nur neun Personen“, erklärt Günter Ruyters. 14 bis 15 Monate bleiben die Überwinterer in der Station. Über neun Monate sind sie nur über Funk mit der Außenwelt verbunden. Anders als bei Isolationsexperimenten wie „Mars500“ ist die Isolation in der Antarktis-Station also nicht simuliert, sondern real.

Die deutsche Antarktis-Station Neumayer III:
Die Überwinterer sind hier über neun Monate
auf sich allein gestellt – ein willkommenes
Testfeld für die Weltraummediziner

Die Forschungsstation Neumayer III – Hightech im Eis

Im Februar 2009 wurde die neue deutsche Antarktis-Station Neumayer III vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Betrieb genommen. Das hochmoderne Gebäude, in dem Wissenschaftler zugleich forschen und wohnen, liegt auf dem Ekström-Schelfeis neben der Atkabucht am nordöstlichen Ausgang des Weddellmeers.

Klimaforscher, Geologen und andere Wissenschaftler führen hier meteorologische Messungen durch, erfassen atmosphärische Konzentrationen von Spurengasen wie Ozon und erforschen geophysikalische Veränderungen, etwa Bewegungen des Eisschelfs und Erdbeben. Auf einer Plattform oberhalb der Schneeoberfläche sind innerhalb einer Schutzhülle insgesamt 100 Container mit verschie-

denen Laboren, Wohnräumen, Küche und Hospital untergebracht. Durch eine hydraulische Hebevorrichtung kann Neumayer III gegen ein Versinken im Schnee angehoben werden. 16 Kilometer von der Station entfernt befindet sich die Schelfeiskante, an der Versorgungsschiffe anlegen können.

1981 hatte das AWI die erste Antarktis-Station „Georg von Neumayer“ auf dem Ekström-Schelfeis als wissenschaftliches Observatorium für Geophysik, Meteorologie und Luftchemie errichtet. Da die Station mit den Jahren immer weiter in Schnee und Eis versank, wurde sie 1993 durch die neu errichtete Neumayer-Station II ersetzt. 2004 dann beschloss der Bund zur weiteren Fortführung der Forschungen den Bau der Station Neumayer III.

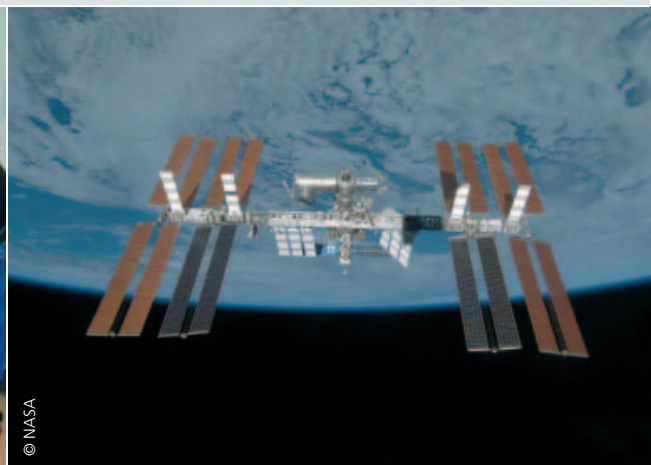
© Alfred-Wegener-Institut



Die körperlichen und seelischen Auswirkungen der Langzeitisolation auf die Mannschaft in der Neumayer-Station III sind für die Weltraummediziner von großem Interesse



Dr. Alexander Choukèr von der Ludwig-Maximilians-Universität München bei der Blutabnahme in der Antarktis-Station



Auf der ISS werden parallel zu den Isolationsstudien in der Antarktis-Station medizinische Untersuchungen vorgenommen

Hanns-Christian Gunga und sein Team von der Charité Berlin untersuchen in ihrem Projekt neben der Regulation des Kreislaufs auch die Blutbildung, Muskel- und Fettmasse sowie Aktivitäts- und Schlafverhalten der Überwinterer. Allerdings nicht selbst und vor Ort: Dafür gewannen sie den Stationsarzt, zugleich Stationsleiter von Neumayer III. In regelmäßigen Abständen untersucht er Kreislauf und Körperzusammensetzung (Muskeln, Fett, Wasser) der Probanden. Die Daten werden per Satellit direkt nach Berlin übertragen und von Gunga ausgewertet.

Regelmäßig bekommen die Überwinterer auch Blut abgenommen. „Die Blutproben werden tiefgefroren und nach Abschluss der Überwinterung in einer Kühlkette von der Antarktis nach Berlin transportiert“, erläutert Ruyters. Dort untersuchen die Mediziner das Blut auf die Konzentration bestimmter Hormone. Besonders interessant ist für sie dabei die Veränderung der EPO-Hormon-Konzentration. Das EPO (Erythropoietin) ist im menschlichen Körper für die Bildung roter Blutkörperchen zuständig. Die wiederum versorgen den Körper mit Sauerstoff. „Normalerweise ist die EPO-Konzentration im menschlichen Blut konstant“, erklärt Weltraummediziner Gunga. „Messungen an Astronauten bei Raumfahrtmissionen haben aber teilweise erhebliche Schwankungen ergeben.“ Bei einigen Astronauten sei das Hormon kurzzeitig gar nicht mehr nachweisbar gewesen, sagt er. „Dabei ist die Konzentration der EPO-Hormone elementar mit der Leistungsfähigkeit der Astronauten verbunden.“ Weniger EPO, weniger Sauerstoff, weniger Leistung. Warum es im All zur Abnahme des Hormons kommt, ist bisher nicht geklärt. Aufklärung soll die Langzeituntersuchung auf Neumayer III bringen, die erste Langzeituntersuchung dieser Art überhaupt. Einige Ergebnisse liegen bereits vor: Während der Wintermonate bei totaler Dunkelheit erreichte die EPO-Konzentration im Blut der Überwinterer ein Minimum. Eine Abnahme ist also nicht nur im Weltraum in der Schwerelosigkeit zu beobachten. Die Ursache dafür zu finden, sei der nächste entscheidende Schritt, so Gunga.

Einem weiteren Problem in der Raumfahrtmedizin will Alexander Choukèr von der LMU München mittels Forschungen in der Antarktis auf den Grund gehen: Aus medizinischen Untersuchungen von Astronauten weiß man schon lange, dass das Immunsystem der Raumfahrer beeinträchtigt ist. Die genauen Ursachen dafür sind aber noch ungeklärt. Anhand von Blutproben untersucht Choukèr, wie sich die lange Isolation auf das Immunsystem der Überwinterer auswirkt. Und er vergleicht die Daten mit denen einer weiteren Überwinterer-Gruppe – auf der französisch-italienischen Antarktis-Station Concordia (ESA-CHOICE Studie). Während sich Neumayer III auf Meereshöhe befindet, liegt Concordia auf 3.200 Meter Höhe. Zur Isolation kommt dort ein weiterer Stressfaktor hinzu: eine niedrige Sauerstoffkonzentration in der Luft. „Diese Vergleichssituation ist absolut einzigartig“, sagt Choukèr. „Dank dieser einmaligen Studie können wir herausfinden, welche Symptome konkret auf den Sauerstoffmangel zurückzuführen sind und nicht nur auf die Isolation. Im Vergleich mit den Daten von der ISS können wir dann auf die Rolle der Schwerelosigkeit schließen.“ Für die Raumfahrt sind die Ergebnisse von hohem Wert. Denn es wird darüber nachgedacht, bei künftigen Missionen zum Mond oder zum Mars die Sauerstoffkonzentration in den Habitaten möglichst gering zu halten.

Ein zweites Experiment von Alexander Choukèr hat einen ganz praktischen Nutzen auch für „normale“ Patienten. Neben dem Blut der Überwinterer untersucht der Mediziner auch deren Atemluft. In der ausgeatmeten Luft des Menschen finden sich zahlreiche Substanzen, von denen bisher nur einige wenige eindeutig charakterisiert sind. „Diese Substanzen in der Luft können Einblicke in den Stoffwechsel des Organismus geben“, weiß Choukèr. „Bei einer Entzündung des Organismus etwa werden bestimmte Moleküle in die Atemluft abgesondert. Diese lassen sich mit einem Analyse-Gerät nachweisen.“ Durch den Vergleich mit den Blutproben wollen Choukèr und ein Team von Forschern

und Partnern aus der Industrie einzelne Substanzen besser charakterisieren. Eines Tages, so hofft er, könnte die Atemgasanalyse vielleicht sogar die bisher gängige Blutabnahme bei Patienten ablösen und in der Klinik zur Untersuchung einzelner Organsysteme verwendet werden.

In den kommenden Jahren erhoffen sich die Wissenschaftler wertvolle Ergebnisse von ihrer Forschung am Südpol. „Sie sollen zu einem umfassenden Bild der physiologischen und psychologischen Veränderungen des Menschen in extremen Umgebungen führen“, erklärt Günter Ruyters. „Dabei werden die Ergebnisse nicht nur praxisbezogene Bedeutung für das Überwintern in der Antarktis oder Langzeitmissionen im Welt- raum haben.“ Die Studien sollen außerdem helfen, Stoffwechsel- und Kreislauf-Regulation sowie das Immunsystem generell besser zu verstehen. Professor Ruyters: „Das heißt: Forschung im Eis und auf der ISS also auch für den Menschen unter normalen Lebensbedingungen.“ ●



Prof. Dr. Hanns-Christian Gunga

Hanns-Christian Gunga, Jahrgang 1954, studierte Geologie und Paläontologie in Münster, bevor er ein Medizin-Studium anschloss und 1989 an der Freien Universität Berlin promovierte. Seit 2004 ist er Universitätsprofessor am Institut für Physiologie der Charité Berlin. Seine Forschungsschwerpunkte: Weltraummedizin, Blut-, Herz-, Kreislauf- und Nierenphysiologie, vergleichende Physiologie in extremen Umwelten. Gunga ist Sprecher des im Jahr 2000 gegründeten Zentrums für Weltraummedizin Berlin, außerdem berät er die europäische Weltraumorganisation ESA sowie die NATO.



PD Dr. Alexander Choukèr

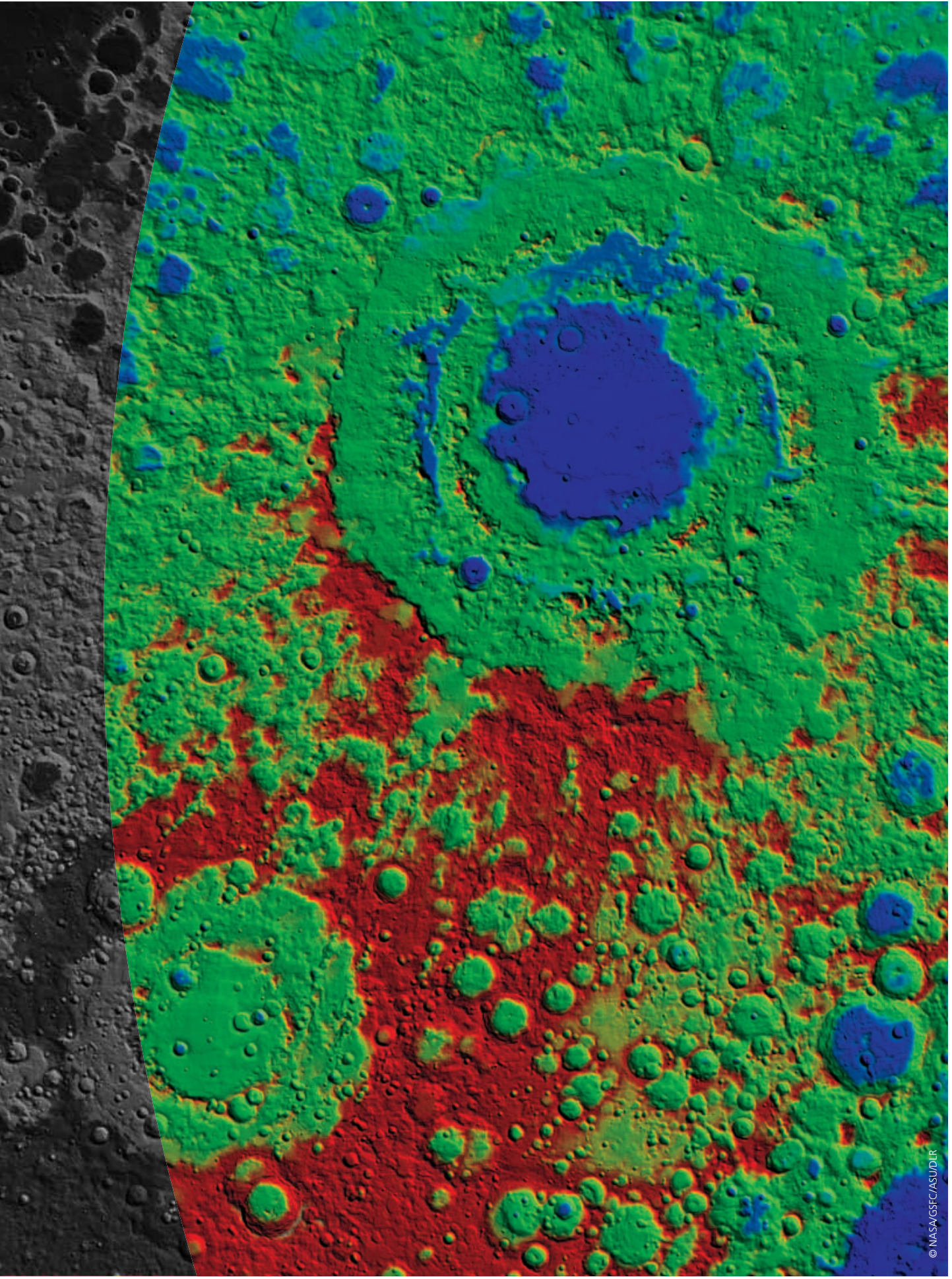
Alexander Choukèr, Jahrgang 1969, studierte Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, an der er auch promovierte. Er ist Oberarzt an der Klinik für Anästhesiologie der LMU. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Bestimmung stressabhängiger Einflussgrößen auf das Immunsystem. Er ist an verschiedenen Forschungsprojekten von DLR, ESA und NASA beteiligt und berät die ESA in seiner Funktion als Vorsitzender der „Life Science Working Group“.

Autor:

Jonathan Focke studiert Wissenschaftsjournalismus an der TU Dortmund und hospitierte von Juli bis September 2010 im Bereich Kommunikation des DLR.

Weitere Informationen:

www.awi.de
www.DLR.de/rd



Die Vermessung des Mondes



Prof. Dr. Jürgen Oberst, Mondforscher und Planetengeodät am Berliner DLR-Institut für Planetenforschung

Der Mond ist 385.000 Kilometer von der Erde entfernt und damit unser nächster Nachbar. Man kann ihn mit bloßem Auge gut sehen, und auf ihm sind schon Astronauten gelandet. – „Doch wir wissen immer noch vergleichsweise wenig über diesen Himmelskörper“, sagt Prof. Dr. Jürgen Oberst, ausgerechnet der Mann, der den Mond kennt wie andere Leute ihre Westentasche. Der 55-jährige Geophysiker leitet die Abteilung Planetengeodäsie am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof und lehrt an der Technischen Universität Berlin. Als Geodäten in der Planetenforschung vermessen Jürgen Oberst und seine Kollegen nicht die Erde, sondern Himmelskörper unseres Sonnensystems. Im Gespräch mit Elisabeth Mittelbach, Weltraum-Redakteurin in der DLR-Kommunikation, berichtet der Wissenschaftler von seiner Beteiligung an den jüngsten Mondmissionen Kaguya der japanischen Raumfahrtagentur JAXA sowie der 2009 gestarteten Mission Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) der US-Weltraumbehörde NASA.

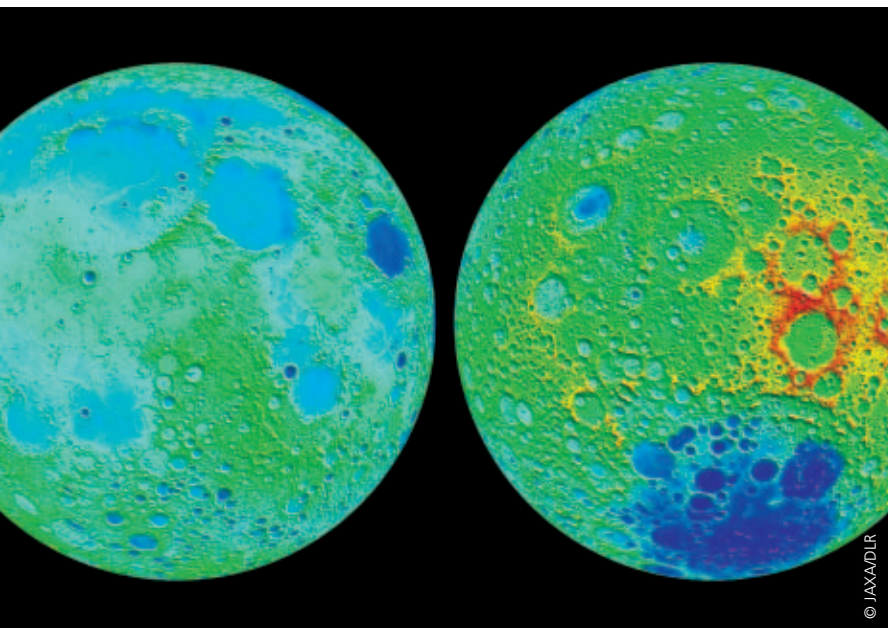
Der DLR-Planetenforscher Prof. Dr. Jürgen Oberst untersucht die Topographie des Erdtrabanten

Von Elisabeth Mittelbach

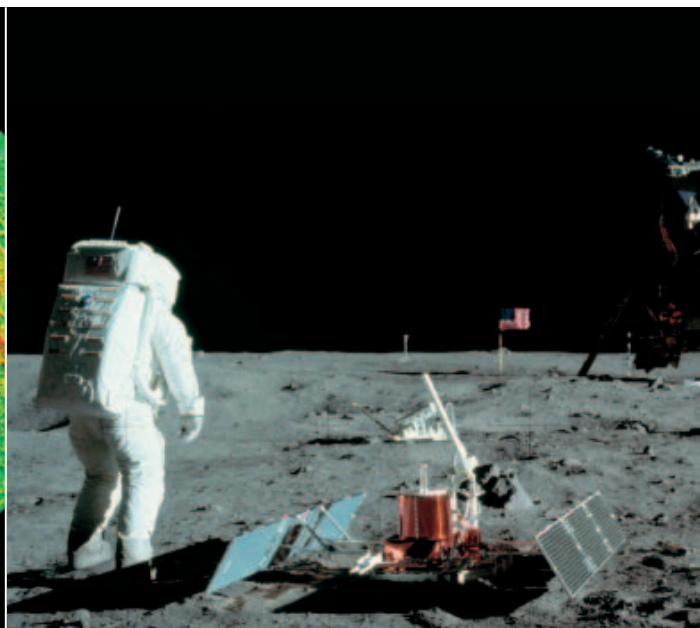
Das 3,8 Milliarden Jahre alte und 900 Kilometer große Mare Orientale im Osten der Mondrückseite ist das jüngste der großen Einschlagsbecken des Mondes. Die Höhen sind farblich kodiert: rot – hoch, blau – tief. Auf dieser topographischen Karte ist gut zu erkennen, wie das Zentrum von Orientale von konzentrischen Ringgebirgen umgeben ist, die zum Teil mehrere tausend Meter hoch sind. Die tief liegenden Gebiete zwischen den Ringen und das Zentrum des Beckens wurden erst Millionen Jahre nach der Bildung des Orientale-Beckens mit Lava gefüllt. Die zweite große runde Struktur ist das ältere Hertzprung-Becken. Norden ist links im Bild.

Herr Professor Oberst, Sie waren von 2007 bis 2009 als einziger deutscher Wissenschaftler an der japanischen Mondmission Kaguya beteiligt und sind mit einem weiteren Kollegen aus Deutschland an der aktuellen NASA-Mission Lunar Reconnaissance Orbiter beteiligt. Wie kommt man an einen so interessanten Job?

Zur JAXA habe ich seit einem Forschungsaufenthalt im Jahr 2001 persönliche Kontakte. Damals lernte ich japanische Wissenschaftler kennen, die – wie wir beim DLR in Berlin – Mars und Mond erforschten. Als dann 2003 feststand, dass Japan mit Kaguya, beziehungsweise SELENE – das ist der offizielle Name – eine eigene Mondmission startet, haben sich die Kollegen aus Tokio an mich erinnert. Der wissenschaftliche Leiter, Professor Manabu Kato, war auf meine Einladung hin bei uns in Berlin zu Besuch, und wir sprachen über die Mission. Hilfreich war in diesem Zusammenhang auch, dass das DLR mit der japanischen Weltraumorganisation JAXA regelmäßig einen Strategiedialog führt, bei dem Kooperationsprojekte eine wichtige Rolle spielen.



Die Topographie des gesamten Mondes auf Datenbasis des Laser-Altimeters von Kaguya (SELENE): Die Vorderseite des Mondes (links) zeichnet sich durch mehrere größere Einschlagsbecken aus. Auf den ersten Blick scheint die Rückseite (rechts) nur mit kleineren Kratern übersät zu sein. Doch im Süden befindet sich das Südpol-Aitken-Becken, das mit einem Durchmesser von etwa 2.500 Kilometern das größte bekannte Einschlagsbecken in unserem Sonnensystem ist.



Das meiste Wissen über den Mond geht auf die Apollo-Ära zurück. Während der Apollo-Missionen (hier: Apollo 11) hatten die Astronauten eine Reihe von Messinstrumenten auf der Mondoberfläche zurückgelassen, darunter Radiosender, Seismographen und vor allem Laser-Reflektoren, mit denen noch jahrzehntelang von der Erde Abstands- und Positionsmessungen durchgeführt wurden.

Für die NASA-Mission Lunar Reconnaissance Orbiter, kurz LRO, hat sich unser DLR-Team offiziell beworben. Wir mussten einen ausführlichen Antrag einreichen, in dem unsere Ziele genau dargestellt waren und dargelegt wurde, wie wir diese erreichen wollen und mit welchen Ergebnissen wir rechnen. Daraufhin haben wir den Zuschlag bekommen und dürfen uns nun mit einem Team von Mitarbeitern an der Mission beteiligen.

Was war Ihre Aufgabe bei Kaguya und was ist Ihre Aufgabe bei der LRO-Mission?

In meiner Abteilung im DLR-Institut für Planetenforschung befassen wir uns vor allem mit der Planetenvermessung, der Geodäsie. Wir verarbeiten beispielsweise Daten der High Resolution Stereo Camera (HRSC), die auf der europäischen Raumsonde Mars Express fliegt, oder der ISS-Kamera auf der US-Raumsonde Cassini und werten diese kartographisch aus. Das Ziel von Kaguya war, den Mond, seine Oberfläche und seinen inneren Aufbau zu erforschen. Im Fokus waren insbesondere Hinweise zum Ursprung und zur frühen Entwicklung des Mondes. Neben topographischen Daten wollten wir mit der Mission vor allem neue Bilddatensätze gewinnen, die uns als Grundlage für genauere Karten der Mondoberfläche dienen sollten. Ich war in dem Team, das mit einem speziellen Höhenmesser, dem Laser-Altimeter, arbeitete. Damit lassen sich hochgenaue Höhenprofile ableiten.

Die NASA-Mission LRO geht noch einen Schritt weiter. Die Instrumente an Bord dieser Raumsonde sind technisch weiter entwickelt. LRO hat schon jetzt eine deutlich höhere Abdeckung erreicht als Kaguya und wird voraussichtlich mindestens noch drei weitere Jahre laufen. Wir konzentrieren uns auf die Auswer-

tung der Stereobilddaten. Wir schauen uns zum Beispiel die Landstellen der Apollo-Missionen an und entwickeln Geländemodelle mit hoher Auflösung. Die Kaguya-Kamera hatte eine Genauigkeit von zehn Metern, die LRO-Kamera macht Details sichtbar, die 0,5 Meter groß sind. Wir können sogar die Spuren des Mondautos oder die Instrumente der Astronauten, die sie auf dem Mond gelassen haben, genau erkennen.

Warum sind die Landstellen der Apollo-Missionen für Sie so wichtige Informationsquellen?

Für uns Kartographen sind die Landstellen wichtige Kontrollstellen, weil wir ihre exakten Koordinaten kennen. Zum Beispiel gibt es dort noch die Reflektoren der drei Apollo-Missionen 11, 14 und 15. Diese können wir von der Erde aus per Laser erreichen. Unsere Spezialität sind die geometrisch hochpräzisen Karten, auf denen jedes Bildelement an der richtigen Koordinate ist. Mondrotation und Mond-Äquator sind definiert, wir müssen nun überlegen, wo genau die riesigen Bilder hingehören, die wir aus den LRO-Daten erhalten. Mit Kaguya haben wir damit begonnen, mit LRO führen wir diese Arbeit fort. Das hat manchmal etwas von einem Puzzle. Für die Erde gibt es GPS, für die Planeten erfüllen Planetengeodäten diese Aufgabe. Das Endprodukt sind dann topographische Karten. Das sind auch wichtige Informationen für die Orientierung bei künftigen Mondmissionen.

Und was verraten Höhenmodelle über den Ursprung des Mondes?

Wenn wir die Topographie kennen, können wir ausrechnen, wie viel Licht und Schatten es zu welcher Jahreszeit dort gibt. Das hat unter anderem Auswirkungen auf die Oberflächen-



Laser am Geophysikalischen und Astronomischen Observatorium im Goddard Raumflugzentrum der NASA in Greenbelt (Maryland). Eigentlich wird damit der Flug von Satelliten verfolgt, wie in diesem Fall die Bahn des Lunar Reconnaissance Orbiters. Doch der Strahl wird auch benutzt, um den Ab-stand des Mondes von der Erde zu messen. Dazu werden die Laser-Reflektoren an drei Apollo-Landestellen angepeilt und die Laufzeit des Signals gemessen. Der Mond entfernt sich jedes Jahr um die Breite eines Fingernagels von der Erde.

temperatur. Man kann die Geländeneigung exakt bestimmen oder zum Beispiel die Mächtigkeit von erkalten Lavaströmen berechnen, was Rückschlüsse auf die vulkanische Aktivität und thermische Geschichte des Mondes zulässt. Auch die Einschlagskrater enthalten eine Fülle von Informationen über die Geschichte des Mondes. LRO wird deshalb ein wichtiger Meilenstein in der Mondforschung. Die Topographie des Mondes zeigt eine enorme Dynamik, der Mond ist also sehr stark deformiert. Obwohl es auf dem Mond nie geologische Vorgänge gab, die durch die Kräfte im Inneren Gebirge wie auf der Erde aufwürmen, sorgten die Umverteilungsprozesse der großen Einschläge während der ersten Milliarden Jahre auch auf dem Mond für extreme Höhenunterschiede. Der höchste und der tiefste Punkt auf der Mondoberfläche liegen nicht einmal tausend Kilometer auseinander, dazwischen liegt eine Differenz von 19 Kilometern. ●

Weitere Informationen:
www.DLR.de/pf
www.jaxa.jp
www.nasa.gov/lro

Die japanische Mondmission Kaguya (SELENE)

Am 14. September 2007 startete die japanische Sonde SELENE (SELEnological and ENgineering Explorer) vom japanischen Weltraumzentrum Tanegashima, um nach dem Eintritt in die polare Mondumlaufbahn den Erdtrabanten knapp zwei Jahre lang zu erkunden. Am 20. Juni 2009 endete die Mission mit dem kontrollierten Absturz der Sonde am Südpol des Mondes. SELENE, auch Kaguya genannt, nach dem Namen einer japanischen Märchenprinzessin, war nicht nur wissenschaftlich ein Erfolg. Nachdem die bemannten Apollo-Missionen der NASA 1972 eingestellt wurden, war damit erstmals einer asiatischen Raumfahrtagentur eine eigenständige Mondmission gelungen. Die Mission ermöglichte es, das Schwerfeld auf der bis dahin unerforschten Rückseite des Mondes genau zu bestimmen. Die Raumsonde führte die meisten wissenschaftlichen Experimente aus einer Höhe zwischen 80 und 123 Kilometern aus, gegen Ende der Mission manövierte man Kaguya sogar bis in eine Höhe von nur zehn Kilometern an den Mond heran, ehe man das Absturzscenario einleitete. Eine zweite Premiere war es, dass mit Hilfe von SELENE ein vollständiges globales Höhenmodell mit dem Laser-Höhenmesser erstellt werden konnte. An diesem Experiment war auch das DLR mit Co-Investigator Prof. Dr. Jürgen Oberst und seinem Team beteiligt.

Die US-amerikanische Mondmission LRO

Der Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) ist eine Mondsonde der NASA. Sie startete am 28. Juni 2009 vom US-Weltraumbahnhof Cape Canaveral zusammen mit dem Lunar CRater Observation and Sensing Satellite (LCROSS). Die Mission soll insbesondere die Mondoberfläche hochaufgelöst kartieren und die kosmische Strahlenbelastung des Erdtrabanten messen. Der Orbiter fliegt auf einem relativ niedrigen polaren Orbit in etwa 50 Kilometer Höhe. Zu den wichtigsten Aufnahmen gehören hochaufgelöste Bilddaten, unter anderem auch von den Landestellen der Apollo-Missionen. Den Wissenschaftlern geht es darum, Erkenntnisse über die geologischen Gegebenheiten der Landestellen und der Umgebung zu erhalten. So hoffen sie, die Ergebnisse des Apollo-Programms in einen breiteren geologischen Kontext stellen zu können. Insgesamt hat der Lunar Reconnaissance Orbiter sechs Instrumente an Bord. Der DLR-Planetenforscher Prof. Dr. Jürgen Oberst ist neben Prof. Dr. Harald Hiesinger von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster der einzige deutsche Wissenschaftler, der als Co-Investigator an LRO beteiligt ist.

Planetare Bildbibliothek

Der Mensch versteht alles Neue gleich viel leichter, wenn er sich im wahrsten Sinne des Wortes zuallererst ein „Bild“ machen kann: Was er sieht, begreift er besser. Kameras auf Planetensonden, unsere ferngesteuerten „Augen“ im All, spielen deshalb auf fast allen Missionen zur Erkundung des Sonnensystems eine wichtige Rolle neben den nicht minder bedeutenden physikalischen Experimenten. Auf einmal wird der undurchdringliche, dynamische Wolkenschleier der Venus durchlässig, lässt sich der von Kratern übersäte Merkur aus der Nähe beobachten, kommt man riesigen Canyons und Vulkanen auf dem Mars oder auch den Ringen des Saturn näher.

Seit 25 Jahren sammelt, archiviert und veröffentlicht eine besondere Einrichtung des DLR Bilder des Sonnensystems

Von Prof. Dr. Ralf Jaumann und Susanne Pieth

Mit den Erfolgen robotischer Sonden in den Tiefen des Sonnensystems stieg das Interesse der Öffentlichkeit an den unglaublich wirkungsstarken Bildern: Immer mehr Medien, aber auch Bildungseinrichtungen und Einzelpersonen wollten diese Bilder in den Händen halten, sie in der Lehre oder in Publikationen verwenden. Deshalb gründete die amerikanische Weltraumbehörde NASA zunächst in den USA einige regionale Bildbibliotheken und Datenzentren, in denen solche Anfragen schnell und unbürokratisch bearbeitet wurden. So kam die NASA ihrer Verpflichtung nach, die Bevölkerung am Abenteuer Raumfahrt teilhaben zu lassen. Und dabei wollte man sich nicht auf die heimische Bevölkerung beschränken.

Die Amerikaner gründeten deshalb auch außerhalb der USA ein System von Bildbibliotheken, die Regional Planetary Image Facilities (RPIFs). In einem Abkommen mit dem DLR wurde im Herbst 1985 in der Abteilung Planetare Erkundung am Institut für Optoelektronik in Oberpfaffenhofen die deutsche RPIF ins Leben gerufen. Mit dem Wechsel der damals von Prof. Gerhard Neukum geleiteten Abteilung nach Berlin-Adlershof Anfang der Neunzigerjahre kam auch die RPIF nach Berlin, wo sie heute am Institut für Planetenforschung ihr 25-jähriges Bestehen feiert. Auf 200 Quadratmetern, in vier großzügigen Räumen bedient die deutsche RPIF den gesamten deutschsprachigen Raum und beantwortet auch Anfragen von anderen Kontinenten. Dafür stehen hauptsächlich Daten amerikanischer, aber auch europäischer und sowjetischer/russischer Weltraummissionen zur Verfügung.

Jüngstes Highlight sind die Bilder der vom DLR betriebenen Stereokamera auf der ESA-Sonde Mars Express. Ein besonderer Schatz der Bildbibliothek sind Kartenwerke aller Planeten und Monde des Sonnensystems sowie komplette Sätze von mehreren hundert großformatigen Original-Bildern der Viking-Missionen zum Mars und vor allem der Lunar Orbiter-Sonden, die den Mond im Vorfeld des Apollo-Projekts erkundeten. Für das „Jahr der Astronomie“ 2009 wurde die vom Gasometer Oberhausen gemeinsam mit dem DLR gestaltete Ausstellung „Sternstunden – Wunder des Sonnensystems“ von der RPIF bebildert – nahezu eine Million Menschen haben diese nicht nur wissenschaftlich wichtigen, sondern auch ästhetischen Bilder inzwischen gesehen. Sehr eng ist auch der Kontakt zum DLR School_Lab und dem DLR-Jugendportal DLR_next.

Weltweit existieren heute 17 RPIFs, davon befinden sich neun in den USA, fünf in Europa und je eine in Kanada, Japan und Israel. Die einzelnen Bildbibliotheken sind über das Planetary Data System (PDS) der NASA vernetzt und bieten umfangreiche Recherchemöglichkeiten in dessen Datenbanken. Doch trotz Internet-Zeitalters sind viele der Aufgaben nach wie vor nur durch „echte“ und nicht nur virtuelle Präsenz zu bewältigen. Und wenn die Berliner RPIF ein Bild nicht in ihrem Bestand hat, reicht eine Mail in die RPIF am befreundeten Lunar and Planetary Institute in Texas – Betreff: „Houston, we’ve had a problem!“.



Die von der Planetaren Bildbibliothek 2010 herausgegebene 80-seitige Broschüre „Unser Sonnensystem“ ist aufgrund der Aktualität von Planeten- und Monde-Daten sowie der von DLR-Wissenschaftlern am Institut für Planetenforschung geschriebenen leicht verständlichen Texte ein ideales Leuchtdium zum Stand des Wissens über unser Sonnensystem. Die Broschüre ist kostenfrei erhältlich und auch online auf dem Portal www.DLR.de/rpif abrufbar.

Autoren:

Prof. Dr. Ralf Jaumann (im oberen Bild, Mitte) ist stellvertretender Direktor des DLR-Instituts für Planetenforschung und Direktor der Planetaren Bildbibliothek. Dipl.-Bibl. Susanne Pieth (rechts im oberen Bild) leitet die Planetare Bildbibliothek und bearbeitet zusammen mit Marianne Weiland (im Bild links) die Anfragen.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/rpif
rpif@dlr.de



Neben Recherche und Archivierung ist die aktive Öffentlichkeitsarbeit eine wichtige Aufgabe der Planetaren Bildbibliothek – wie zum Beispiel Vorträge für Schüler oder Spiel- und Quizangebote für Kinder in der Berliner „Langen Nacht der Wissenschaften“



2010 – A Science Odyssee?

Museum und Bildung waren gestern. Die Wissensvermittlung der Zukunft – oder zumindest der Gegenwart – braucht Unterhaltung (englisch: entertainment) und nennt sich „Abenteuer-Wissenspark“ oder „Edutainment“ (vom englischen Wort für Bildung, education, abgeleitet). Wissensvermittlung in einer reizüberfluteten Welt, in der Figuren wie Schwammkopf „Sponge Bob“ nicht als überdreht empfunden werden, muss sich dem Tempo anpassen. Am Puls der Zeit bleiben. Auf den Zug aufspringen – auch wenn man an der Endhaltestelle Pisa eine Überraschung erlebt ...

Sage mir, Muse, wie haben sich Deine Tempel doch gewandelt ...

Von Michel Winand

Seit April 2009 steht den Wissensabenteurern in Köln eine Quelle zur Verfügung, an der sie ihren Durst stillen können: das Odysseum. Gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen und das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat die Sparkassenstiftung der Stadtsparkasse Köln-Bonn auf einer Fläche von 7.500 Quadratmetern ein ambitioniertes Projekt realisiert. In sechs Erlebniswelten, mit den Themenbereichen Leben, Erde, Cyberspace und Mensch sowie einer Kinderstadt und einem Außengelände mit Spielplatz, soll dem jungen Publikum der Zugang zu wissenschaftlichen Themen erleichtert werden. Dafür wird der thematische Bogen weit gespannt: von der Entstehung des Lebens bis zur Zukunft der Menschheit.

Überdehnt wird der Bogen zuweilen durch die rund 200 Exponate, die allesamt interaktiv ausgelegt sind und die Besucher spielerisch über eine kaum überschaubare Zahl von Einzelthemen informieren sollen. Positiv: Problematische Themen wie die Umweltverschmutzung und andere zivilisatorische Probleme werden nicht ausgespart. Fraglich hingegen: Wie viel Wissen bleibt nach einer solchen Flut an Informationen haften? Entsteht so wirklich ein Anreiz zu eingehender Beschäftigung mit einem Thema? Vieles bewegt sich, blinkt und piept. Ganz einfache Fragen (wie sie einer ganzen Generation ein Ohrwurm waren) bleiben dabei leicht auf der Strecke: Wer, wie, was? Wieso, weshalb, warum? – Wer nicht fragt ...

Autor:

Michel Winand ist in der DLR-Kommunikation verantwortlich für den Standort Köln.

Weitere Informationen:

www.odysseum.de

Wer doch eine Frage hat, kann sich an einen der vielen „Scouts“ des Odysseums wenden. Diese Betreuer der Exponate sind zugleich Animatoren, zum Beispiel wenn sie auf die nächste Kinovorstellung hinweisen. In ihren orangefarbenen T-Shirts gut auszumachen bedienen sie auch Publikumsmagneten wie den Astronautentrainer und sichern die Kinder im Klettergarten ab. Die mehr wissens- als erlebnisorientierten Besucher, und vor allem Schulklassen, können in den Clever-Labs unter Anleitung selbst experimentieren. Hier gibt es zahlreiche Mitmachangebote wie die Roboterwerkstatt oder einen Raketenworkshop.

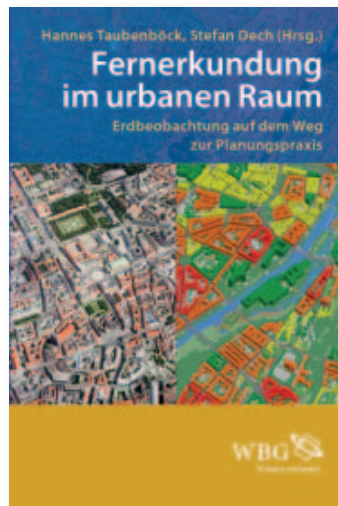
Interaktivität ist ein wichtiges Element der Museumspädagogik. Spielerischer Umgang mit wissenschaftlichen Themen erleichtert den Einstieg, den Zugang, ja das Begreifen im eigentlichen Sinn des Wortes. Solange das Ziel der Vermittlung von Wissen klar im Visier bleibt, begreift der Besucher, wie zum Beispiel der Wasserhaushalt eines Baums funktioniert. Gerät das Ziel in den Hintergrund oder wird durch den Drang ersetzt, Erlebnisse und Sensationen zu generieren, dann begrapscht der Besucher Pumpen, Hebel und „Touch Screens“ nur noch zu einem Zweck – um zu sehen, was sich noch so in Bewegung bringen lässt.

Die Idee, Naturwissenschaft und Technik populär und erlebbar zu machen, ist nicht neu. Bereits im 17. und 18. Jahrhundert erfreuten sich populärwissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Ausstellungen großer Beliebtheit. Weltweit gibt es zahlreiche Beispiele renommierter Science Center, denen es gelungen ist, das Wohlmaß zwischen Staunen und Verstehen, zwischen Aktion und Information zu finden. Das Odysseum geht einen Schritt weiter: Es präsentiert sich als „Science Adventure“. Was als Symbiose gedacht ist, wird so leicht zum Spagat. Ein Kompromiss zwischen Naturkundemuseum und Vergnügungspark, bei dem beide Seiten nur schwer gewinnen können. Wirklich beurteilen sollte dies aber die junge Zielgruppe des Odysseums, Kinder und Jugendliche. Vielleicht sehen sie das ganz anders. Odysseus war nach all seinen Abenteuern schließlich auch mit Wissen beladen nach Hause zurückgekehrt. ●



Stadtplanung aus dem All

192 Seiten hat das von Hannes Taubenböck und Stefan Dech in der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft herausgegebene Buch Fernerkundung im urbanen Raum – Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis



Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt in Städten. Für ein funktionierendes Zusammenleben müssen diese immer wieder neu geplant und weiterentwickelt werden. Dazu können Stadtplaner auf Fernerkundungsdaten und daraus abgeleitete Informationsprodukte zurückgreifen. Diese kommen bisher aber nur wenig zum Einsatz. Dr. Hannes Taubenböck und Professor Stefan Dech vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR in Oberpfaffenhofen wollen das ändern. In einem neuen Buch machen sie Stadtplaner und Politiker auf die ungeahnten Potenziale der Fernerkundung für die Planung und das Management von Städten aufmerksam. Sie stellen Anwendungen wie die Überwachung von Verkehrsströmen, das Sichtbarmachen großer Menschenansammlungen oder die Analyse von physischen Strukturen vor.

DLR-Forscher zeigen in einem neuen Buch ungeahnte Potenziale der Fernerkundung

Von Jonathan Focke

„Wenn Großstädte dem zunehmenden Verkehr und der steigenden Mobilität der Stadtmenschen gerecht werden und attraktiv für ihre Bewohner, aber auch für die Wirtschaft bleiben wollen, dann müssen sie ihre physische Struktur ändern“, sagt Dr. Hannes Taubenböck vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) in Oberpfaffenhofen. Städte müssen sich weiterentwickeln, sich immer wieder den Bedürfnissen ihrer Bewohner anpassen. Und diese Prozesse müssen gut geplant sein. Schlechte öffentliche Infrastrukturen, überlastete Verkehrswege, soziale Brennpunkte, Kriminalität und Umweltbelastungen sind häufige Folgen ungesteuerter Stadtentwicklung. Doch Stadtplanung funktioniert nicht allein am Reißbrett. Städte sind hochkomplexe, dynamische und vielschichtige Gebilde. „Moderne Stadtentwicklung kann nur erfolgreich sein, wenn man die Stadt in dieser Vielschichtigkeit versteht“, erklärt der Geograph.

Photorealistic, dreidimensionales Modell der Münchner Innenstadt

DIE HERAUSGEBER

„Ein großer Vorteil der Fernerkundung bei der Stadtplanung ist, dass man flächendeckend arbeiten kann“



Prof. Dr. Stefan Dech studierte Geographie, Soziologie und Politikwissenschaften. Seit 1998 leitet er das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum im DLR. Er ist Professor für Fernerkundung am geographischen Institut der Universität Würzburg.

„Das Buch ist eine Gemeinschaftsleistung vieler Forscher und Institute im DLR. Es zeigt die Breite der Kompetenzen“



Dr. Hannes Taubenböck studierte Geographie mit den Schwerpunkten Fernerkundung, Raumplanung und Geoinformatik. Er forschte und lehrte bis 2010 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im DLR sowie der Universität Würzburg. Seit 2010 arbeitet er im Team „Siedlungsraum und Landmanagement“ des DFD.

Beim Verstehen der vielschichtigen und komplizierten Strukturen einer Stadt kann die Fernerkundung, also die Nutzung von Satelliten- und Luftaufnahmen, helfen. Schließlich ist Planung – auch die Planung von Städten – nichts anderes, als Wissensverarbeitung. „Oft sind aber relevante Daten für diese Wissensverarbeitung nur eingeschränkt vorhanden oder schwer zugänglich“, sagt Professor Stefan Dech. Beispiel Lagos: Für die nigerianische Hauptstadt liegen keine belastbaren Zahlen zur Bevölkerungsgröße vor. Mit Hilfe von Satellitenbildern kann diese aber recht gut geschätzt werden. Anhand der Zahl und der Größe der Gebäude lässt sich ein ungefährender Wert berechnen. Und das durch einen einfachen Blick von oben.

„Ein großer Vorteil der Fernerkundung bei der Stadtplanung ist, dass man flächendeckend arbeiten kann“, erklärt Dech. Etwa bei der Temperaturmessung in Städten: Ortsgebundene Messstationen liefern hier nur punktuelle Daten, Satellitendaten hingegen ein Gesamtbild der Temperaturverteilung einer Stadt. „Fernerkundung ist zudem ein unabhängiges und vergleichsweise günstiges Instrument, um Informationen zu gewinnen.“ Und sie liefert eine vergleichbare Methode, die man bei jeder beliebigen Stadt anwenden und somit auch Städte untereinander vergleichen kann.

Eingesetzt werden Fernerkundungsdaten in der Stadtplanung beispielsweise bei der Erstellung von Karten. Dabei wird die Landoberfläche in automatisierten Prozessen auf Grundlage der Satelliteninformationen kartiert. Darüber hinaus können Stadtplaner mit Hilfe von Fernerkundungsdaten Besiedlungs- und Vegetationsanteile einer Stadt bestimmen. Dies ist wichtig für die Bebauungsplanung urbaner Räume. Auch Aussagen über die Stadtbevölkerung können aus den Daten abgeleitet werden, wie Hannes Taubenböck erklärt: „Zum Beispiel können wir über die Verteilung und Anzahl von Einfamilienhäusern die Einkommensverhältnisse der Stadtbevölkerung abschätzen.“ Auch beim Monitoring von Verkehrsströmen und Menschenansammlungen können Fernerkundungsdaten hilfreich sein. Satellitenbilder liefern Daten zur aktuellen Verkehrssituation und mit speziellen Systemen ausgestattete Helikopter können dann Menschenansammlungen in kürzester Zeit zählen.

„Die Fernerkundung hat ein großes Potenzial für das Arbeitsfeld der Stadtplaner mit einem breiten Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten“, sagt Taubenböck. „Mit dem Buch wollen wir zeigen, was heute schon möglich ist.“ Und noch eine Besonderheit fügt der Wissenschaftler hinzu: „Das Buch ist eine Gemeinschaftsleistung vieler Forscher und Institute im DLR. Es zeigt die Breite der Kompetenzen in unserem Forschungszentrum.“ ●

Autor:

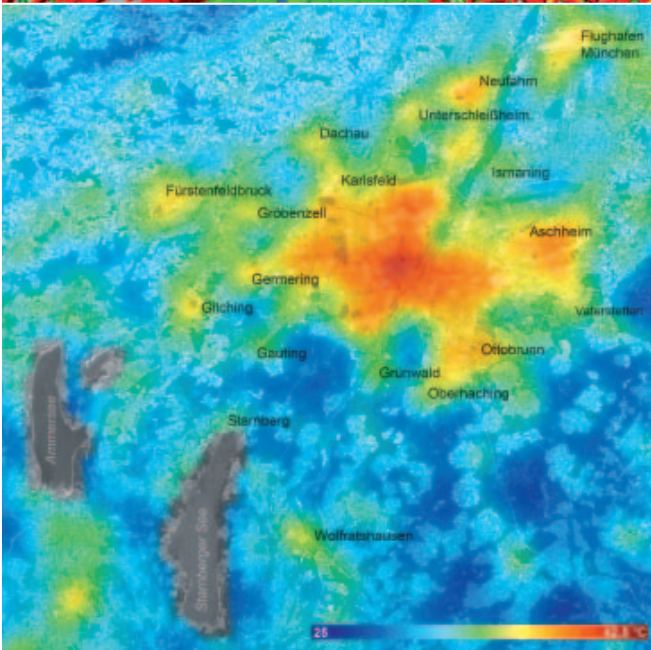
Jonathan Focke studiert Wissenschaftsjournalismus an der TU Dortmund und hospitierte von Juli bis September 2010 im Bereich Kommunikation des DLR.

Weitere Informationen:

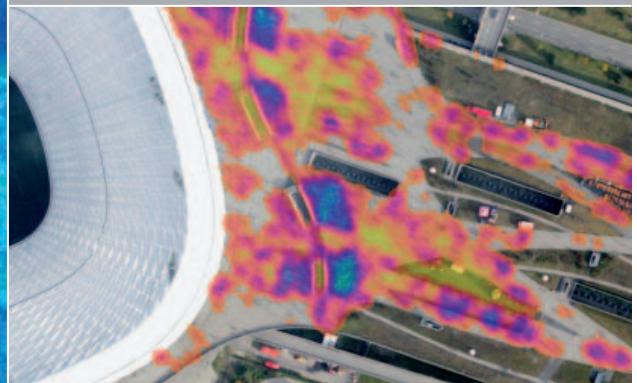
www.DLR.de/caf



3-D-Blockmodell der Münchner Innenstadt, errechnet aus Satellitendaten und Luftbildern: Das Modell zeigt unter anderem Gebäudegrößen, die Versiedlungs- und die Vegetationsgrade der Stadt.



Die Auswertung von Satellitendaten belegt: Die Oberflächentemperatur der Münchner Innenstadt ist deutlich höher als die des Umlands.



Luftbildaufnahme des Eingangsbereichs der Münchner Allianz-Arena mit dem 3K-Kamerasystem des DLR: Dichte und Bewegungen der Menschenmenge werden mit Hilfe spezieller Bildsequenz-Analyseverfahren vollautomatisch ausgewertet. Diese Technik soll in Zukunft bei Großereignissen eingesetzt werden.

Vielerlei Wege ins Wissensland

Das Sachbuch – natürlich. Die Biografie – geht auch. Hörspiel und Film – aber ja! Auf vielen Wegen gelangt man zu Verständnis von Wissenschaft. Neuerdings auch salonfähig: der Comic. Wagemutig und kunstfertig präsentiert der Berliner Zeichner und Illustrator Jens Harder eine Bilderzählung, die wegen der innovativen Umsetzung des Riesen-Themas Evolution schon vor dem Erscheinen große Aufmerksamkeit fand. Harders Werk ist aber zugleich auch ein Plädoyer dafür, neue Wege zu nutzen, um Wissenschaft im besten Sinn des Wortes populär zu machen; auch solche, die zunächst als unbegehrbar erscheinen. Wissenschaft und Forschung brauchen diese Vielfalt, damit ihre Botschaften weithin Gehör finden. Deshalb sind auch diese Magazin-Seiten wieder multimedial: Zum Sachbuch gesellen sich Comic und Film.



Wie Columbus fliegen lernte

Während seiner abenteuerlichen Reise im Jahr 1492 in die neue Welt hat der genuesische Seefahrer Christoph Columbus sicher zu den Sternen aufgeschaut, um zu navigieren, vielleicht auch um Hoffnung zu schöpfen. Mehr als 500 Jahre später hätte er dort oben einen leuchtenden Punkt von Horizont zu Horizont eilen sehen, mit dem sich die Hoffnungen vieler Ingenieure, Techniker und Wissenschaftler verbinden – für manch einen sogar sein Lebenswerk: die Internationale Raumstation ISS. Und ein Teil davon ist seit dem 11. Februar 2008 europäisch – das Forschungsmodul Columbus.

Das Columbus-Labor ist die materialisierte Vision der europäischen Raumfahrt und logische Folge der Spacelab-Flüge. Dem Autorentrio Uhlig, Nitsch und Kehr sei gedankt, dass sich diese Vision jetzt in einem einzigartigen Buch wiederfindet, welches die Mission Columbus so umfassend beschreibt wie kein anderes: **Wie Columbus fliegen lernte (Carl Hanser Verlag)**. Hat man, wie der Autor dieser Rezension, alles seit dem ersten Flug einer russischen Proton-Trägerrakete zum Aufbau der ISS selbst miterlebt, kann man sich der Begeisterung der Autoren nicht verschließen. Sicher werden sich aber auch Leser davon anstecken lassen, die nicht ganz so nah dabei waren.

Nicht nur, dass die umfangreichen Informationen zum Weltraumlabor Columbus und dessen Betrieb, ja selbst zu historischen politischen Rahmenbedingungen, das Buch lesenswert machen, auch die hervorragenden Bilder sind ein Kaufargument. Und wer sich fragt, wie denn das Ganze dort oben funktioniert, der findet die Antworten in den Raumfahrtbasics, von der Orbitmechanik bis zu den Experimentierläuferungen, die den Schilderungen beigelegt sind. Das Besondere jedoch ist die Beschreibung der Abläufe, von der Missionsvorbereitung bis zum Missionsbetrieb in einem Kontrollzentrum. Hier wird deutlich, dass die Astronauten die „Speerspitze“ sind, hinter der ein Heer von Mitarbeitern steht, um eine solche Mission zum Erfolg zu führen.

Das Buch hält, was der Untertitel verspricht: Es gewährt „Einblicke in eine einzigartige Weltraummission“.

Andreas Schütz



Falsch richtig gedacht

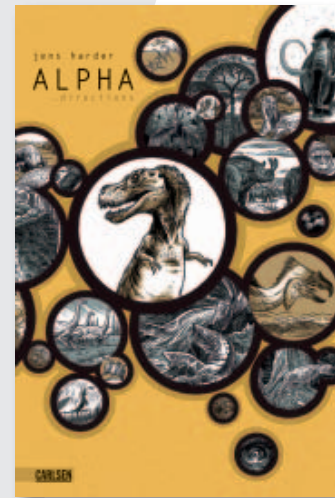
„Denkmuster(n), die über Jahrtausende erfolgreich waren, aber für unsere moderne Welt nicht taugen“, nehmen sich Ulrich & Johannes Frey an. Im Buch **Fallstricke – Die häufigsten Denkfehler in Alltag und Wissenschaft (Verlag C.H.Beck)** trugen sie Beispiele zusammen und zeigen, ebenso informativ wie unterhaltsam, wie solche Denkmuster „blöde Fehler“ auslösen. Die beiden Gesellschaftswissenschaftler erklären uns, warum das menschliche Hirn in vielen Situationen falsch reagiert und stellen unterschiedliche Denkmuster mit ihren Fehlern vor. Das 240-Seiten-Büchlein der Beck'schen Reihe regt an, selber achtsamer zu sein – Fallstricke lauern überall, ob durch den Rahmen- oder Ankereffekt, verfälschende Erwartungen oder zu schnelle Schlussfolgerung ... Eine nette, zuweilen wirklich erhellende Lektüre für zwischendurch.

Alexander Hamacher

Evolutionsgeschichte kunstvoll gezeichnet

Am Anfang ist ein Punkt. Am Ende taucht der Mensch auf. Dazwischen liegen rund 2.000 Bilder und 14 Milliarden Jahre Evolutionsgeschichte. Jens Harder hat dafür den höchsten deutschen Preis in einem Genre erhalten, das derzeit Furore macht: Comic. Kann man Wissenschaft in Bildchen packen? – Und wie! Wenig Text, viel Bild, so legt Harder eine nach Abschnitten farbcodierte Reise an, die mit einer leeren Seite beginnt, bei der flüchtige Leser den winzigen Punkt übersehen, mit dem die Singularität symbolisiert wird. **Alpha...directions (Carlsen Verlag)** ist der erste Teil einer geplanten Trilogie. Harder versucht, der zunehmenden Irrationalisierung der Welt das Einfache, aber schwer zu Vermittelnde entgegenzusetzen: Wissenschaft. Wissen schafft Verständnis. Wissen muss geschaffen werden. So knapp die Botschaft gegen das Ungemach vorschneller Ideologien und fundamentalistischer Religionen. Harder weicht aber den großen Menschheits-Erklärungsmythen nicht aus. Er zeigt (auch) sie. Mit Harder wird Comic – nun auch von den Feuilletons gefeiert – Kunstfertigkeit. Zwei kleine Punkte seien kritisch angemerkt: Der sehr sparsam eingesetzte Text wirkt vergleichsweise spröde; das vermittelte Darwinsche Bild der Evolution dürfte auch nicht mehr ganz auf der Höhe der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion sein. Dennoch: Alpha...directions ist lehrreich und Faszination pur. Fazit: Wir freuen uns auf Beta (die Menschheitsgeschichte) und Gamma (die Zukunftsvisionen).

Peter Zarth



Staunen über Deutschlands Küsten

Eine filmische Luftreise per DVD (HD-Qualität), erschienen in der **arte tv edition** (Produktion: vidicom), überrascht in doppelter Hinsicht: So hat man die deutschen Küsten noch nie gesehen. Kenner des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt staunen, gerade seinen Forschungen hier zu begegnen: Die Bilder sind mit der besten kommerziellen Luftbildkamera aufgenommen, die momentan auf dem Markt ist und die auch vom DLR eingesetzt wird. Die Reise führt außerdem dorthin, wo das DLR mehrere Standorte besitzt und wo seine Forschung geschätzt ist: Wir besuchen eine Technikerin bei Airbus Finkenwerder, überfliegen mit Segelflugzeugen Grube/Ostholstein, lernen Rostock und seinen (Forschungs-)Hafen kennen und staunen über ungewöhnliche Bilder zur Energie aus Wind. Beiläufig wird klar: Es ist Forschung, die solche Luftaufnahmen und Flüge erst möglich macht. Wir verdanken den grandiosen Überblick nicht nur grandiosen Filmmachern, sondern auch Innovationen der Luftfahrt. Aber keine Sorge: Schäfer, Fischer und die ostfriesische Teezeremonie sind auch dabei!

za.



Startbahn gefunden, Landebahn verfehlt

Ob Extraschleifen auf dem Flughafen, weil der Pilot seinen Stuhl noch fixieren muss, der Mechaniker noch eine Coladose in ein Triebwerk einbaut oder die Passagiere aus den ersten Reihen gebeten werden, zuerst einzusteigen, da das Flugzeug leicht nach hinten kippt – nichts scheint unmöglich. **Sorry, wir haben die Landebahn verfehlt: Kurioses aus dem Cockpit (Ullstein)** ist eine Sammlung haarsträubender, ja erheiternder Flugerlebnisse, die SPIEGEL ONLINE-Leser an die Redaktion sandten. Sie offenbart einen wunderbar trockenen Humor der Piloten und ihrer Crew und bietet einen charmananten Blick auf deren Welt. Ob die Passagiere die Situation als ebenso spaßig empfanden, sei dahingestellt. Aber über Kühe auf der Landebahn, die – weil in Indien heilige Tiere – nur mit Sanftmut und viel Geduld weggelockt werden konnten, haben bestimmt auch die deshalb zum Kreisen verurteilten Fluggäste geschmunzelt. Infoboxen, die Fragen zu Fluggeräuschen, Druckabfall, Pilotenausbildung und anderem mehr beantworten, werten das Büchlein auf. Ein Wehrmutstropfen: Zu gewollt geben sich die Einsender der Kuriositäten gelegentlich als Flugexperten. Wer auch das mit Humor nimmt, der hat Spaß an dem knapp 200-Seiten-Buch.

Lena Fuhrmann



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 13 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Impressum

DLR-Magazin – Das Magazin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt

Herausgeber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Redaktion: Sabine Göge (ViSdP),
Cordula Tegen (Redaktionsleitung)

DLR-Kommunikation
Porz-Wahnheide, Linder Höhe,
51147 Köln
Telefon: 02203 601-2286
Telefax: 02203 601-3249
E-Mail: kommunikation@dlr.de
www.DLR.de/dlr-magazin

Druck: Druckerei Thierbach,
45478 Mülheim an der Ruhr

Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH,
53842 Troisdorf, www.cdonline.de

ISSN 2190-0094

Onlinebestellung:
www.DLR.de/magazin-abo

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe. Die fachliche Richtigkeit der Namensbeiträge verantworten die Autoren. Hinweis gemäß § 33 Bundesdatenschutzgesetz: Die Anschriften der Postbezieher des DLR-Magazins sind in einer Adressdatei gespeichert, die mit Hilfe der automatischen Datenverarbeitung geführt wird. Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem Papier. Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben.



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

