



Das Magazin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) · www.DLR.de · Nr. 133 · März 2012

DLR magazin 133



Start von Gleis neundreiviertel

Auf dem Weltraumbahnhof in Kourou

Vom Buckelwal lernen

Wie Hubschrauber besser fliegen

Unsichtbare Alleskönner

Das Potenzial von Nanopartikeln

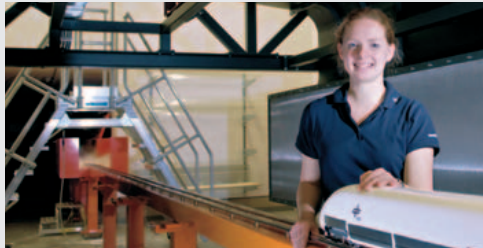
DLR magazin 133



26

Nicht zu sehen, aber immer für eine Überraschung gut

Sie sind so winzig, dass sie für das menschliche Auge unsichtbar sind und erzielen doch eine große Wirkung: Nanopartikel. Im DLR Braunschweig werden den winzigen, in Kapseln verborgenen Teilchen Eigenschaften aufgeprägt, die diese unter bestimmten Bedingungen freisetzen und so entscheidende Verbesserungen erwirken. Ob in der Medizin, der Bautechnik, der Chemie oder, wie im DLR, im Bereich des Flugzeug- und Automobilbaus – die kleinen „Nanos“ sind groß im Kommen.

Editorial	3
EinBlick	4
Leitartikel Wenn Pessimismus zum Medienhype wird	6
Meldungen	8
	
Porträt Daniela Heine macht aus einem lauten Knall ein leises „Plopp“	12
Vom Buckelwal lernen heißt besser fliegen lernen	16
	
Wandelbar wie ein Chamäleon Spezielle Software hilft, Flugzeuge im wahrsten Sinn des Wortes zusammenzubauen	20
Sicher verpackt Anbauten am Forschungsflugzeug HALO schützen die Instrumente vor Vogelschlag	24
Immer für eine Überraschung gut Nanopartikel – unsichtbare Alleskönner	26
Vom Algorithmus zum Produkt Workshop in Neustrelitz zeigt den Nutzen des deutschen Satellitensystems RapidEye	30
Und umgekehrt wird Strom daraus Das DLR kennt sich mit Turbinen aus – nun forscht es an Windkraftwerken	32
Weißes Gold voller Energie Salz wird als Trägermedium in Solarkraftwerken immer interessanter	34

Interview

Rolf-Dieter Fischer zum DLR-Innovationssystem:
Innovation ist Kopfsache 38



Reportage
Kourou: Start von Gleis neundreiviertel 40



Mit Tango und Mango um die Erde
Rückblick auf die schwedische Satellitenmission PRISMA 46

Eine Handvoll Kosmosgeschichte
NASA-Mission OSIRIS-REx bringt Proben von einem erdnahen Asteroiden zur Erde 50

Legendäre Helden und unkeusche Jungfrauen
Wie kosmische Krater, Berge und Gräben zu ihren Namen kommen 52

Zwischen Höhenflug und Absturz
100 Jahre Luftfahrtforschung in Berlin 54



In Museen gesehen
Der Red Bull Hangar-7 in Salzburg 56

Rezensionen 60



Liebe Leserinnen und Leser,

Wunder sind etwas Schönes, wenn man denn an sie glaubt. Ende 2011 konnte man fast wieder an Wunder glauben: Ein Sternenschweif zog über den weihnachtlichen Himmel. Doch es stellte sich heraus, dass es weder der Stern von Bethlehem war noch Jopie Heesters seinen letzten großen Auftritt zelebrierte, wie von einem gewieften Radiomoderator kommentiert. Und auch kein göttliches Zeichen, das den vermeintlichen Weltuntergang ankündigte. Vielmehr verglühte sehr publikums- und damit medienwirksam die Oberstufe einer drei Wochen zuvor gestarteten Soyuz-Rakete, und das ausgerechnet in den frühen Abendstunden des 24. Dezember. Ein Fest für die Medien in einer nicht gerade nachrichtenstarken Zeit.

Weniger wundervoll begann das Jahr 2012 mit der Rückkehr von Phobos Grunt. Der elfte russische Versuch einer Reise Richtung Mars scheiterte kurz nach dem Start. Der Wiedereintritt der Sonde in die Erdatmosphäre kam dann nicht ganz so spektakulär daher wie die verglühende Oberstufe. Ist es ein Wunder, dass bisher kein Mensch von Weltraumschrott getroffen wurde? Vielleicht. Auf jeden Fall ist es an der Zeit, gegen die wachsende schwebende Müllhalde im All etwas zu unternehmen. Das DLR arbeitet daran, Weltraumschrott mit Laserstrahlen zu detektieren.

Die beeindruckendsten Wunder hält bekanntlich die Natur bereit. Der Wal als größter Meeressäuger gehört dazu. Von ihm können wir für unsere Hubschrauber lernen: Die Natur hat ihn wendig und leise gemacht, das ahmen wir nach. Wie Natur und Technik nebeneinander existieren, erzählt eine Reportage vom Weltraumbahnhof in Kourou, einem erstaunlichen Ort, an dem hinter Palmen geheimnisvolle Gleise zum Startpunkt in eine unbekannte Welt führen. In diesem Jahr treten weitere zwei Galileo-Satelliten von hier aus ihren Weg in eine Erdumlaufbahn an.

Kein Wunder indessen – auch wenn es manchen überraschen mag – ist es, dass seit einhundert Jahren in Berlin-Adlershof Luft- und Raumfahrtforschung betrieben wird. Für unsere Kollegen im Berliner DLR-Standort, und nicht nur für sie, ein Grund zum Feiern.

Bei allem, was 2012 noch auf uns zukommt, gesellschaftlich wie politisch, ist es doch die eine Botschaft unseres Vorstandsvorsitzenden, die wir mitnehmen: Die Unzulänglichkeiten dieser Welt verschwinden nicht auf wundersame Weise, dafür müssen wir schon selbst sorgen. Wir haben es in der Hand. Und das wiederum finde ich wundervoll!

Sabine Göge
Leiterin DLR-Kommunikation

EinBlick

Tupfen auf dem Meeresspiegel

Nur was aus dem Wasser ragt, ist für die Augen von Radarsatellit TerraSAR-X sichtbar – und so erscheinen die größten Inseln der Malediven aus 514 Kilometer Höhe wie verloren in den Weiten des Indischen Ozeans. Während optische Satelliten bis auf den Grund blicken und die 1.087 Inseln wie hellumrandete Tupfen aussehen lassen, zeigen Radarsatelliten: Die bewohnbare Landmasse ist denkbar klein. Die Hauptstadtinsel Malé am oberen Bildrand, Wohnort für mehr als 100.000 Menschen, ist dennoch gut erkennbar.

Wenn Pessimismus zum Medienhype wird

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

Das Jahr 2012 begann mit einem Hype: Wie so oft, wenn Menschen mit schwierigen Situationen zurechtkommen müssen – um hier nicht abermals das Wort Krise zu strapazieren – wabern Weltuntergangsszenarien durch Presse, Funk, Fernsehen und durch das Internet. Berechtigte Sorgen werden munter mit düsteren Prophezeiungen vermengt. Ängste entstehen. Haben Sie Angst? – Ob direkt oder indirekt, mir haben Journalisten diese Frage gestellt. Und wer die Presse aufmerksam verfolgt, kennt meine Antwort.

Es ist nicht allein der Optimist in mir, der sich Endzeitgedanken verweigert. Es ist die tiefe Überzeugung, dass wir selbst an der Lösung der Probleme arbeiten müssen. Wenn wir dank des Erkenntnisfortschritts weltweit schon wissen, dass sich im Jahr 2029 der Asteroid Apophis der Erde nähern wird, ist das wohl ein Anlass zur Sorge. Doch die frühe Erkenntnis gibt uns die Chance, zu klären, was es damit genau auf sich hat, zu überlegen, was die Folgen wären und vor allem herauszufinden, was man tun kann.

Das DLR hat im Januar 2012 das Projekt NEOShield gestartet. Wir untersuchen, wie sich verhindern lässt, dass der Erde nahe kommende Objekte, wie Asteroiden und Kometen, mit unserem Planeten kollidieren. Die Basis meines Optimismus ist aber breiter: Mit dem Start zweier weiterer Galileo-Satelliten wächst dieses Satellitensystem auf vier. Damit lassen sich erste Positionsbestimmungen durchführen. Im Endausbau verfügt Europa dann über Navigationsmöglichkeiten, die uns zu mehr Sicherheit verhelfen, sei es im Verkehr oder im Katastrophenschutz, überall eben, wo es auf genaue Ortung ankommt.

Ein anderer Baustein: „Alert4All“, kurz A4A, ein Projekt, in dem wir mit elf europäischen Partnern daran arbeiten, die Bevölkerung bei Gefahren effektiv zu alarmieren und ebenso effektiv miteinander zu kommunizieren.

Das DLR nimmt als der deutsche Akteur in der Raumfahrt auch seine Verantwortung für einen sicheren Betrieb und eine sichere Entsorgung beziehungsweise den kontrollierten Wiedereintritt der eigenen Satelliten wahr. Angesichts der geschätzten rund 700.000 im All kreisenden Schrottteile ist der kollisionsfreie Weltraumbetrieb keine einfache Angelegenheit. Unsere Wissenschaftler arbeiten an einem laserbasierten Verfahren, um die Schrottteile genau zu vermessen und systematisch zu katalogisieren.

Auch das Thema Energie ist uns Vorsorgeforschung wert. Die Energiewende lässt uns die Anstrengungen für effektive Solarkraftwerke verstärken: Am spanischen Forschungsstandort Almería entsteht eine neue Versuchsanlage. Für bessere Windenergienutzung bündeln wir unsere Kompetenzen beispielsweise in Aeroelastik, Aerodynamik und Konstruktionsforschung. Auch das Thema Elektromobilität wird im Jahr 2012 weiter systematisch erforscht.

Den Schutz unserer Umwelt nehmen wir ernst: Biokraftstoffe für die Luftfahrt sind ebenso unser Thema wie der Zusammenhang von Wetter und Fliegen. Für umweltschonende Anflugverfahren beginnt im Sommer 2012 die erste große Versuchskampagne mit Fluglotsen im Projekt flexiGuide.

Es gibt viele Beispiele, die mich zuversichtlich auf das Jahr 2012 blicken lassen. Gerade in einer angestregten wirtschaftlichen Situation ist es wichtig, zu zeigen, dass wir unsere Aktivitäten nicht im Elfenbeinturm ohne Relevanz für Gesellschaft und Wirtschaft durchführen. Dort, wo es möglich ist, denken und arbeiten wir bis hin zu Anwendungen, entweder in unseren Instituten oder auch mit externen Partnern. So wird aus Invention Innovation.

Ich glaube: Der Weltuntergang findet nicht statt, zumindest nicht 2012! ●



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

www.DLR.de/blogs/janwoerner

Meldungen

Wasserstoffproduktion aus überschüssiger Windenergie

Um erneuerbare Energien stärker nutzen zu können, sind Energiespeicher notwendig. Vertreter von Industrie und Forschung, darunter auch das DLR, wollen nun zeigen, dass Wasserstoff das Potenzial hat, in ausreichendem Umfang erneuerbare Energie aus Wind zu speichern. Sie demonstrieren, wie Wasserstoff in großtechnischen Anlagen produziert wird und als Speicher für die Energiewirtschaft zum Einsatz kommen kann.



Nicht immer, wenn die Nachfrage nach Strom hoch ist, weht der Wind. Umgekehrt gibt es Zeiten, in denen die Windräder mehr Strom produzieren, als benötigt wird. Anstatt die Windkraftanlagen aus dem Wind zu drehen, könnte mit dieser Energie Wasserstoff erzeugt werden, den man über einen längeren Zeitraum speichern kann.

Im Rahmen der Initiative „Performing Energy – Bündnis für Windwasserstoff“ wollen die Beteiligten aus Industrie und Forschung die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit großer Wind-Wasserstoff-Systeme erforschen und die dafür benötigten Technologien zur Marktreife entwickeln. Ziel ist es, mit der gleichen Menge Strom mehr Wasserstoff zu erzeugen und Elektrolyse-Systeme zu entwickeln, die sehr flexibel mal mehr, mal weniger Wasserstoff produzieren können, je nachdem, wie stark der Wind weht.

Elektrolyse-Teststand: An ihm werden effizientere Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff durch die Elektrolyse erforscht

<http://s.DLR.de/d001>

Euphorie auf Europas erstem Raumfahrt-Twitter-Treffen

„Awesome!“ riefen 60 Raumfahrtbegeisterte im Chor, als die Astronauten der Shuttlecrew STS-134 das Tweetup-Zelt im DLR Köln betraten. Enthusiasmus für Raumfahrt war das dominante Merkmal des ersten europäischen SpaceTweetups, das DLR und ESA am 18. September 2011 gemeinsam durchführten. Zur Breitenwirkung der ersten Veranstaltung dieser Art in Europa liegen nun Zahlen vor: Insgesamt wurden knapp 22.000 relevante Social-Media-Beiträge identifiziert, die sich in 19,3 Millionen Potential Impressions (Zahl der Beiträge mal Reichweite bzw. „Follower“ der jeweiligen Kanäle) niederschlugen.

Ins Tweetup-Zelt eingeladen waren 60 internationale Fans von DLR und ESA auf Sozialen Netzwerken. Die Twitter-Follower konnten in einem attraktiven Programm Interessantes über die europäische Luft- und Raumfahrt lernen, Wissenschaftler und Astronauten treffen, sich DLR-Forschungsanlagen und -flugzeuge ansehen und ihre Eindrücke von Arbeitsplätzen im Tweetup-Zelt aus taufisch in die Welt twittern. Das Tweetup als neues Genre der Wissenschaftskommunikation wird sicher nicht das letzte gewesen sein.

www.DLR.de/tweetup



Bessere Vorhersage des Weltraumwetters durch Zusammenarbeit mit Norwegen

Das Weltraumwetter beeinflusst Mensch und Technik. Sonnen-eruptionen und die so ausgelösten Sonnenstürme können die Nutzung moderner Technologien auf der Erde extrem beeinträchtigen und es kann zu Störungen oder Ausfällen von Satelliten, Telekommunikations- und Navigationssystemen oder auch Stromversorgungsnetzen kommen. Auch das im Alltag bereits häufig genutzte Global Positioning System (GPS) unterliegt den komplexen Einflüssen des Weltraumwetters.

Kürzlich haben das DLR und die Norwegian Mapping and Cadastre Authority (NMA) in Neustrelitz eine Absichtserklärung

über die langfristige Zusammenarbeit in der Ionosphärenforschung unterzeichnet. Hiermit eröffnen sich exzellente Möglichkeiten, die Vorhersage des Weltraumwetters deutlich zu verbessern. DLR und NMA werden gemeinsam an einem genaueren und zuverlässigeren Weltraumwetter-Dienst arbeiten und dazu beitragen, Sonnenstürme und die damit zu erwartenden Auswirkungen möglichst zuverlässig vorauszusagen.

Durch die Vernetzung der beiden erfahrenen Institutionen steht nun eine breite Datenbasis für eine schnelle Erkennung und Bewertung ionosphärischer Störungen zur Verfügung.

<http://s.DLR.de/99h9>

Australischer Scramjet in Göttingen im Test

Forscher des DLR testen in Göttingen an einem der europaweit bedeutendsten Hyperschallwindkanäle den Antrieb des australischen Experimental-Raumfahrzeugs SCRAMSPACE 1. Sie gehen der Frage nach, ob neuartige Triebwerke den Flug ins All leichter und preiswerter machen können.

Bei dem australischen Raumfahrzeug handelt es sich um einen sogenannten Scramjet (Supersonic Combustion Ramjet – Staustrahltriebwerk mit Überschallverbrennung). Das ist ein Triebwerk, mit dem Hyperschallflüge bis Mach 15 möglich werden sollen. Im Gegensatz zu normalen Düsentriebwerken hat es keine beweglichen Teile. Dafür muss ein Scramjet erst auf Hyperschallgeschwindigkeit beschleunigt werden, um zu funktionieren.

In ein solches Triebwerk setzen die Experten große Erwartungen für die Zukunft der Raumfahrt. Letztlich soll es mit einer mehrstufigen Rakete kombiniert werden, was den Raumfahrtantrieb effizienter, zuverlässiger und preisgünstiger machen könnte. Im März 2013 soll SCRAMSPACE 1 vom australischen Weltraumbahnhof Woomera starten. Den Start werden Wissenschaftler der Mobilen Raketenbasis MORABA des DLR Oberpfaffenhofen durchführen. Das 1,8 Meter lange Raumfahrzeug wird von zwei Raketenstufen bis in 340 Kilometer Höhe transportiert. Nach dem Verlassen der Atmosphäre trennt sich der Scramjet von der Rakete, Steuerruder stabilisieren ihn bei der Rückkehr. Beim Rückflug beschleunigt das Fahrzeug bis auf Mach 8 – das sind rund 8.600 Kilometer pro Stunde.

<http://s.DLR.de/ifd5>



Inspektion des Scramjet-Modells im Hochenthalpiekanal Göttingen. In dem 62 Meter langen Windkanal wird der Flug des Raumfahrzeugs in einer Höhe von etwa 30 Kilometern simuliert.

Vom Flugzeug aus den Verkehr erfassen

Wissenschaftler des DLR entwickeln eine neue Technik zur Verkehrserfassung. Sie nutzen Laserlicht, um riesige Mengen digitaler Bilddaten in höchster Qualität aus der Luft zum Boden zu senden.

Die Bilder in einer Größe von jeweils 63 Megapixel werden von einer Spezialkamera an Bord des DLR-Forschungsflugzeugs Do228-212 aufgenommen. Sie erfasst pro Sekunde bis zu fünf Bilder. Damit kann in einer Minute ein Gebiet von circa 25 Quadratkilometern abgedeckt werden. Um die digitalen Bilddaten vom Flugzeug zur Bodenstation zu senden, stellten die Wissenschaftler vom Flugzeug aus einen Datenlink zur Bodenempfangsstation beim DLR in Oberpfaffenhofen bei München her. Dazu haben sie ein spezielles Kommunikationsterminal an Bord installiert. Um das Kommunikationssystem an jeden denkbaren Einsatzort zu bringen, entwickeln DLR-Ingenieure derzeit eine mobile Variante der Empfangsstation.

Interessant ist diese Technologie auch für die DLR-Verkehrsforschung: Um beispielsweise Staus frühzeitig erkennen und auflösen zu können, müssen Informationen über die aktuelle Verkehrslage präzise und lückenlos vorliegen. Mit ihren Luftbildern, die ohne zeitliche Verzögerung übertragen werden, können die DLR-Wissenschaftler die Straßenverkehrssituation oder Personenströme automatisch erfassen und die Hilfs- und Einsatzkräfte wirkungsvoll unterstützen.

<http://s.DLR.de/e61d>



Das DLR-Forschungsflugzeug Do228-212 dient als fliegender Versuchsträger für die Übertragung der hochaufgelösten Bilddaten zur Bodenempfangsstation im DLR in Oberpfaffenhofen. Diese Übermittlung ist nun erstmals über eine Distanz von 120 Kilometern gelungen. Das Gesamtsystem aus Kamera und optischer Datenübertragung via Laserlicht hat damit einen wichtigen Meilenstein erreicht. Die allerersten Versuche, Daten über einen Laserstrahl zu senden, absolvierten die DLR-Wissenschaftler im November 2008.

Forschung für leisere Flugzeugtriebwerke rangiert ganz vorn

Forscher aus der Berliner Abteilung für Triebwerksakustik des DLR-Instituts für Antriebstechnik haben den vom DLR-Vorstand ausgeschriebenen internen Wissenschaftswettbewerb der Visionen gewonnen. Sie wollen Schalldämpfer für das leisere Flugzeugtriebwerk der Zukunft entwickeln. Damit soll der Belastung durch Fluglärm entgegengewirkt werden.

Für die Lärmreduktion in Flugzeugtriebwerken haben sich bisher Schalldämpfer in Form von perforierten Wänden mit dahinterliegenden kleinen Hohlräumen, auch Liner genannt, als effizient erwiesen. Bisher ungelöst ist jedoch die Frage, wie sich tiefe Frequenzen deutlich unterhalb von 1 Kilohertz wirkungsvoll dämpfen lassen. Zur Abhilfe wird von den Triebwerksakustikern ein neuartiges Schalldämpferkonzept vorgeschlagen, der „flö-tende“ Schalldämpfer. Ein Modul hat jeweils einen Hohlraum, der mittels einer überblasenen Schneide – analog zum Flötenprinzip – mit einem Ton zu akustischen Schwingungen angeregt wird. Durch diese Schwingungen wird durch die perforierte Wand zum Strömungskanal eine sich regelmäßig verändernde

de Strömung erzeugt. Diese wirkt, quasi senkrecht auf der Wand stehend, stark dämpfend auf die sich in dem Kanal ausbreitenden Schallwellen.

Der Schalldämpfer wird in die Wände des Strömungskanals eingebaut. Sein Vorzug: Er benötigt wenig Platz und kann gut in Triebwerke integriert werden. Das aeroakustische Anregungskonzept ohne bewegliche Bauteile ist optimal geeignet für den Einsatz unter luftfahrttechnischen Bedingungen. In den nächsten zwei Jahren wird das Konzept nun von den Gewinnern des DLR-Wettbewerbs weiterentwickelt und für den Einsatz im realen Triebwerk vorbereitet.

<http://s.DLR.de/ktjd>

Jetzt wird's maritim: Ausbau des DLR_School_Lab TU Hamburg-Harburg

Im Hamburger Schülerlabor des DLR und an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) drehte sich bislang alles um das Thema Luftfahrt. Nun wurde das Angebot des Schülerlabors um das Thema Schifffahrt ergänzt. In den erweiterten Räumlichkeiten auf dem Campus der Hochschule können Schülerinnen und Schüler mit neuen Versuchsgärten experimentieren und Einblick in die Forschung rund um maritime Technologien nehmen.

<http://s.DLR.de/5212>

Das DLR_School_Lab TU Hamburg-Harburg wurde erweitert: Mit einem Wellenerzeuger, einem Schwingungslabor und vielem mehr lernen Schülerinnen und Schüler nun auch maritime Technologien kennen.

Wieder eine Spitzenplatzierung für einen DLR-Auszubildenden

Der im DLR-Institut für Technische Physik in Stuttgart ausgebildete Ferdinand Vogel gehört zu den besten Systemelektronikern Deutschlands. Beim Bundesleistungswettbewerb der elektrohandwerklichen Jugend Deutschlands wurde er zweiter Bundessieger. Damit stand zum dritten Mal in Folge ein DLR-Auszubildender auf dem Treppchen: 2010 hatte Thomas Weik den ersten Platz belegt, 2009 Philipp Roßi den dritten.

Dem Ausbilder Thomas Schweizer ist bei seinen Schützlingen die richtige Mischung aus Ehrgeiz, Zielstrebigkeit, Geschick und Neugier wichtig. Außerdem legt er großen Wert darauf, dass die Prüfungsaufgaben sicher in die Praxis umgesetzt werden und eigenständig gearbeitet wird. Die Auszubildenden in Systemelektronik durchlaufen im DLR Ausbildungsstationen von der klassischen Elektrotechnik bis hin zur Mikrocontrollertechnik und Informatik, und dies in einem Forschungsumfeld, das vielfältige Fragestellungen aus Luft- und Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit betrachtet. Insgesamt bietet das DLR an all seinen Standorten 22 verschiedene Ausbildungsgänge an.

<http://s.DLR.de/5680>



Mit Ferdinand Vogel wird zum dritten Mal in Folge ein DLR-Auszubildender ausgezeichnet

© Franke (ZVEH)

Mehr Sicherheit bei Hubschrauber-Rettungseinsätzen

Ein Start- und Lande-Assistent für Hubschrauber-Flüge hat seine Tauglichkeit unter Beweis gestellt. Er sorgt für sicheren Flug, auch wenn Nebel, Sand- oder Schneewirbel die Sicht des Piloten behindern oder unvorbereitete Landeplätze im Rettungseinsatz zur Gefahr werden.

Das DLR forscht im Projekt ALLFlight (Assisted Low Level Flight and Landing on Unprepared Landing Sites) an einem System, das eine digitale Umgebungskarte für das Cockpit erstellt und den Piloten in schwierigen Situationen unterstützt. Dazu fanden in den letzten Monaten in der Region Braunschweig Flugversuche mit dem DLR-Forschungshubschrauber ACT/FHS (Active Control Technology/Flying Helicopter Simulator) statt. Das DLR-Institut für Flugsystemtechnik entwickelt verschiedene Assistenzstufen für Start, bodennahen Flug mit Hindernissen und Landung. Die Software schlägt dem Piloten verschiedene Landeanflüge vor, ein Flugregler unterstützt ihn beim Steuern des Hubschraubers. Am Ende des Projekts soll der Forschungshubschrauber vollautomatisch landen.

<http://s.DLR.de/1vzl>



Bevor eine digitale Umgebungskarte den Piloten in schwierigen Situationen unterstützen kann, sind Daten verschiedener Sensoren auszuwerten. In den kleinen Kästen unter dem Hubschrauber ist beispielsweise der Lasersensor integriert.

ASTROPHYSIK GUT ERKLÄRT

<http://bit.ly/BRAAlpha>

„Alpha Centauri“ des Bayerischen Rundfunks (BR) ist als Wissenschaftssendung von 1998 bis 2007 produziert worden. Der Astrophysiker Harald Lesch, Universitätsprofessor in München und Wissenschaftsjournalist, erklärt sehr anschaulich komplexe Themen und beantwortet die wichtigsten Fragen rund um Schwarze Löcher, Sonnenenergie oder den Ablauf des Urknalls. Sehenswert, wenn man nicht gerade auf die aktuellsten Erkenntnisse aus ist.

WISSEN VON A BIS Z

www.wissen.de

Sehen, stöbern, staunen – das Portal wissen.de bietet einen bunten Themenmix aus Technik, Medizin, Natur und auch Geschichte. Nett gemacht: die Kinder-Seiten. Wen die Beliebtheit der Themenwahl nicht stört, der findet hier so manch Überraschendes.

TREFFPUNKT NANOWELTEN

www.nanotruck.de

Klein, kleiner, am kleinsten: Nanotechnologie hält von den meisten Augen ungesehen Einzug in den Alltag. Immer mehr Materialien, medizinische Verfahren und Technologien verwenden die mikroskopisch kleinen Strukturen. Das Portal informiert über die BMBF-Initiative nanoTruck, präsentiert im Treffpunkt Nanowelten die verschiedenen Forschungsansätze und die im Bereich der Nanotechnologie tätigen Firmen. Und sie weist den Weg zu Standorten des Nanotruck.

WO DIE SATELLITEN SIND

www.satflare.com

Der Visual SAT-Flare Tracker ist eine kleine Software, die aktuelle Positionen und Bahnen vieler verschiedener Satelliten anzeigt. Ganz einfach ist sie nicht zu bedienen, doch wer die Hilfe im Internet in Anspruch nimmt, kann schon bald die kleinen leuchtenden Punkte am Abendhimmel eindeutig identifizieren. (Seite in Englisch)

LOTSENTEST

<http://karriere.dfs.de>

Auf den Karriere-Seiten der Deutschen Flugsicherung kann ein jeder spielerisch seine Eignung zum Fluglotsen testen. Einige leichtere und schwerere Aufgaben stellen Fähigkeiten wie Orientierung, Multitasking und Erinnerungsvermögen auf die Probe. Der Link zum „Lotsentest“ ist direkt auf der Startseite zu finden.



Statt lautem Knall ein leises „Plopp“

Wenn Züge durch Tunnel fahren, bauen sich an der Ein- und Ausfahrt – abhängig von ihrem Tempo – unterschiedlich starke Druckwellen auf. Daniela Heine, Physikerin im DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik in Göttingen, erforscht, wie sich diese Druckwellen bei Tunneldurchfahrten besänftigen lassen. Der Arbeitsplatz der 25-jährigen Doktorandin ist eine weltweit einzigartige Tunnelsimulationsanlage, die in einer riesigen Halle im DLR Göttingen steht. DLR-Verkehrsredakteurin Elisabeth Mittelbach stellt die Nachwuchsforscherin und ihr Projekt vor.

Daniela Heine spürt Druckwellen in Eisenbahntunneln auf

Von Elisabeth Mittelbach

An ihren ersten Tag als Doktorandin im DLR Göttingen erinnert sich Daniela Heine noch sehr genau: „Das war der 16. Mai 2011“, sagt sie wie aus der Pistole geschossen. Kein Wunder: Als Physikerin hat die 25-Jährige ein Gedächtnis für Zahlen. An diesem Tag hat sie auch ihren Arbeitsplatz kennengelernt: die weltweit einzigartige Tunnelsimulationsanlage. „Die Größe der Anlage hat mich sehr beeindruckt, ich hatte zwar schon von ihr gehört, sie mir aber kleiner vorgestellt“, erzählt sie begeistert. An fünf Vormittagen in der Woche ist die Nachwuchsforscherin seitdem in der Bunsenstraße, dem Sitz des DLR Göttingen, anzutreffen. Wenn sie am Nachmittag keine Veranstaltungen oder Termine an der Göttinger Universität hat, bleibt Daniela Heine oft auch länger im Institut. „Das Gute ist, dass ich in dieser Zeit im DLR wirklich forschen kann“, freut sie sich. Ihr Büro liegt direkt über der Tunnelsimulationsanlage. So ist die Doktorandin immer ganz nah am Herzstück ihres Forschungsvorhabens.

Daniela Heine untersucht die Ausbreitung von Druckwellen in Eisenbahntunneln. Sie geht ihrer Entstehung auf den Grund und möchte herausfinden, wie sich die Kraft der Wellen bändigen lässt. Sie wirkt besonnen und zunächst auch eher zurückhaltend, ist aber bestens auf unser Gespräch vorbereitet. Mit viel Engagement und großem Fachwissen hat sich die Physikerin in ihr Forschungsgebiet eingearbeitet. In ihrer auf drei Jahre angelegten Promotion setzt Daniela Heine sich intensiv mit der Aerodynamik von Hochgeschwindigkeitszügen wie dem ICE und der Form von Tunnelleinfahrten auseinander. „Geringere Druckwellen bei der Ein- und Ausfahrt würden das Zugfahren gerade im Hochgeschwindigkeitsverkehr sicherer und für die Passagiere auch angenehmer machen“, erklärt die junge Frau mit den langen rot-blonden Haaren. Der Effekt der Druckwellen macht sich durch ein Taubheitsgefühl auf den Ohren oder – seltener – auch durch ein mehr oder weniger lautes Knallen am entgegengesetzten Tunnelende bemerkbar.



Weltweit einzigartig ist die Tunnelsimulationsanlage im DLR Göttingen. Ein Katapult kann die Zugmodelle auf der 60 Meter langen Teststrecke auf bis zu 400 Stundenkilometer beschleunigen, bevor sie in den Versuchstunnel aus Plexiglas einfahren.

Grundsätzlich gilt: Je schneller der Zug fährt und je enger der Tunnel ist, desto stärker ist die Druckwelle. „Jeder, der mit einem ICE reist, spürt die Druckwellen, die bei der Einfahrt der Züge in den Tunnel entstehen“, erklärt Daniela Heine. Am Tunnelende werde dieser Druck zurückgeworfen, fährt sie fort. Um die Fahrgäste gegen diese Wellen zu schützen, ist der ICE 3 nahezu luftdicht abgeschlossen und mit besonders dicken Wänden „versiegelt“. Deshalb können zum Beispiel auch keine Fenster geöffnet werden. „In einem Intercity müssten eigentlich alle Fenster vor dem Einfahren in einen Tunnel geschlossen werden“, schlussfolgert die Zugforscherin. Da dies aber praktisch unmöglich sei, fahre ein Intercity auch entsprechend langsamer durch Tunnel als der ICE.

Zukünftige Züge werden aber noch schneller und zudem immer häufiger auch doppelstöckig unterwegs sein. Eine noch stärkere Druck-Versiegelung würde die Waggonen schwerer machen. „Damit steigen aber auch der Energie-Verbrauch und die Kosten“, sagt Daniela Heine. Dies müsse berücksichtigt werden, wenn moderne Hochgeschwindigkeitszüge künftig partiell das Flugzeug – beispielsweise auf Kurzstrecken innerhalb von Europa – ersetzen sollen.

Daniela Heine beginnt mit ihren Überlegungen deshalb nicht beim Zug, sondern beim Tunnel. Ihr Ansatz: Ein dem Tunnel vorgelagertes Portal, das mit vertikalen Lüftungsschlitzen versehen ist. Es schwächt die Druckwelle ab. Denn Druckwellen entstehen durch plötzliche Druckunterschiede. Sie setzen sich wie eine Welle fort – Daniela Heine möchte mit ihrem Tunnelportal diesen aerodynamischen „Tsunami“ durchbrechen. „Der Druckanstieg soll flacher verlaufen, sodass die negativen Begleiterscheinungen bei Tunnellein- und Tunnelausfahrt minimiert werden“, führt sie aus. In ihrer Doktorarbeit verändert sie in unzähligen Versuchen die Tunnelleinfahrt so, dass beides am Ende so wirkungsvoll wie möglich gestaltet ist. „Es muss ja schließlich eine optimale Konfiguration geben. Die will ich finden“, stellt sie überzeugend fest.

Und dann zeigt Daniela Heine das Tunnelportal. Es ist im Maßstab 1:30 aus Plexiglas gefertigt, ebenso wie der zehn Meter lange Tunnelaufbau selbst. Das zwei Meter lange Modell eines

ICE-3 im Maßstab 1:25 besteht aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK). Doch warum ist der Maßstab von Tunnel und Zug nicht gleich? „Der Zug wurde in einem größeren Maßstab gebaut und füllt den Tunnel damit besser aus. Der Druck lässt sich so genauer messen“, erläutert die Forscherin.

Echte Graswurzelarbeit mit Raum fürs Experimentieren

Rund 200 Mal hat Daniela Heine das Zugmodell bereits über die 60 Meter lange Schiene durch den Tunnel katapultiert. „Mal arbeite ich mit einem längeren Zug, mal verändere ich die Anzahl, die Größe und die Position der Lüftungsschlitze im Tunnelportal“, erläutert die DLR-Wissenschaftlerin. Eine echte Graswurzelarbeit. Mit viel Raum für Experimente, bei denen Daniela Heine selbst Hand anlegen kann. „Die Realitätsnähe ist bei Versuchen natürlich sehr viel größer als bei einer rein numerischen Arbeit. Das ist mir wichtig“, steht für die Physikerin aus der Nähe von Celle fest.

Zu Beginn hat sie sich ganz auf die Entstehung und Ausbreitung der Druckwellen im Tunnel konzentriert. „Ich wusste ja noch wenig über die Druckwellen an sich, wir mussten uns erst einmal ‚kennenlernen‘“, sagt Daniela Heine augenzwinkernd. Während eines Versuchs nimmt sie dazu den Druck mit 20 kleinen Mess-Sonden auf, die fest im Tunnel installiert sind. Im Zug sind zusätzlich drei Drucksonden sowie ein Beschleunigungssensor und ein Lichtsensor angebracht. Die Messungen der Sonden im Tunnel und einer Lichtschranke vor dem Tunnel werden mit Hilfe einer speziellen Software direkt auf dem Computerbildschirm aufgezeichnet. „Die im Zug aufgenommenen Daten werden direkt im Zug gespeichert und dann per Rechner ausgelesen“, erzählt Daniela Heine. Und schon ein wenig stolz fügt sie hinzu: „Das ist eine Spezialkonstruktion von Klaus Ehrenfried, meinem Betreuer hier im DLR.“

Anhand ihrer Messdaten kann die Doktorandin die Änderung des Drucks und den Druckanstieg durch die sogenannte Kompressionswelle, also die Welle, die der Zug bei der Tunnelleinfahrt hervorruft, bestimmen. „Meine Ergebnisse vergleiche ich dann mit der Theorie und auch mit den in der Literatur beschrie-

benen Versuchen“, schildert die Wissenschaftlerin ihr weiteres Vorgehen. Der entscheidende Faktor ist dabei die Zeit: „Die Zeit vom Beginn der Druckwelle bis zu ihrem vollen Ausschlag, dem sogenannten Peak, ist die Größe, an der ich drehen möchte.“ Denn je langsamer sich die Druckwelle aufbaut, desto besser kann sich die Umgebung, also auch der Fahrgast, darauf einstellen und desto weniger fallen störende Effekte ins Gewicht. „Die Welle muss sich langsamer aufbauen, sodass im Extremfall der laute Knall zu einem leisen Plopp wird – wie etwa beim Öffnen einer Flasche mit Bügelverschluss“, zieht Daniela Heine einen bildhaften Vergleich. Noch besser wäre es natürlich, wenn der Knall ganz verschwinden würde. „Ein Knall entsteht aber nicht bei jeder Tunneldurchfahrt, das passiert nur in Ausnahmefällen“, relativiert sie.

Die Zeit, das Tempo und die Konfiguration entscheiden

Neben der Zeit sowie der Konfiguration des Zugmodells und des Tunnelportals spielt das Tempo, mit dem Daniela Heine ihren Zug auf die Reise schickt, eine große Rolle: Bei ihren bisherigen Versuchen beschleunigte die Wissenschaftlerin das Modell auf der 60 Meter langen Teststrecke auf maximal 160 Stundenkilometer. „Irgendwann möchte ich Tempo 400 erreichen“, hat sie sich vorgenommen, „das ist die Höchstgeschwindigkeit, auf die das Katapult ein Zugmodell beschleunigen kann“. Das aktuelle Zugmodell ist dafür zu schwer. Ein leichter Zug ist geplant. Das wird sich machen lassen. Daniela Heine ist ja erst am Anfang ihrer Forschungen. ●

Weitere Informationen unter:

<http://s.DLR.de/udm1>
www.DLR.de/as/
<http://s.DLR.de/c3c0>
<http://s.DLR.de/2k38>

Die Tunnelsimulationsanlage im DLR Göttingen

Um Züge schneller und sparsamer zu machen, ist die Formgebung entscheidend. Der Untersuchung der aerodynamisch optimalen Form künftiger Schienenfahrzeuge dient die weltweit einzigartige Tunnel-Simulationsanlage im DLR Göttingen. In ihr können Wissenschaftler das Fahrverhalten von Zugmodellen bei Geschwindigkeiten bis zu 400 Stundenkilometern erforschen. Bei der Suche nach einer effizienten Methode, Zugmodelle in kürzester Zeit zu beschleunigen, wurden die DLR-Forscher bei den alten Römern fündig: Diese setzten in der Antike sogenannte Torsionsgeschütze ein, um Pfeile auf Gegner zu schießen. Auf ähnliche Weise werden in der modernen, mehr als 60 Meter langen DLR-Anlage Zugmodelle auf eine Geschwindigkeit von 400 Stundenkilometern katapultiert. Die Modelle sind im Maßstab 1:20 bis 1:100 verkleinert. Mit modernster Messtechnik wird untersucht, wie sich die Aerodynamik von Hochgeschwindigkeitszügen in einem Tunnel verhält. Die Tunnelleinfahrt gilt als besonders kritisch: Wie der Kolben einer Luftpumpe schiebt sich der Zug in den Tunnel. Dabei entsteht eine Druckwelle, die zu Knallgeräuschen wie bei Überschallfliegern führen kann. Dies zu verhindern, ist auch ein Ziel der Forschungsarbeit von Daniela Heine.



Vom Buckelwal lernen heißt besser fliegen lernen

Erstmals seit Jahrzehnten haben DLR-Forscher einen Flugversuch zur Verbesserung der Aerodynamik von Hubschraubern durchgeführt. Die Mitarbeiter des DLR Göttingen halten einen bedeutenden Durchbruch bei der Erhöhung der Manövrierfähigkeit von Helikoptern für möglich. Pate gestanden für die aerodynamische Neuerung hat ausgerechnet ein Meeres-säuger: der Buckelwal.

Wie Hubschrauber noch wendiger werden können

Von Jens Wucherpennig



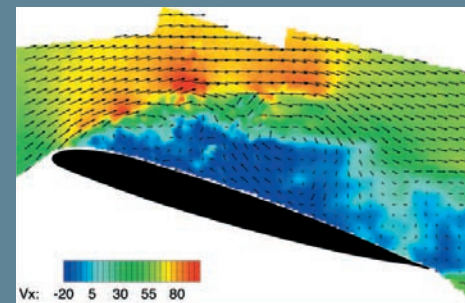
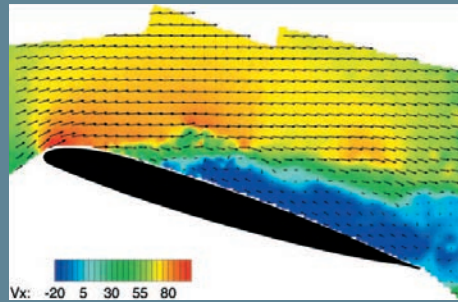
Buckelwale sind zu erstaunlichen Leistungen fähig und gelten zu Recht als Akrobaten der Meere. Wenn man sieht, wie ein 30 Tonnen schwerer Leviathan seinen gesamten Körper aus dem Wasser katapultiert, kann man seine Agilität erahnen. Was ermöglicht den Buckelwalen diese außerordentliche Dynamik? Dass es etwas mit den großen Brustflossen zu tun hat, war schon lange bekannt. Aber erst seit kurzer Zeit haben Forscher festgestellt, dass selbst die Details der Formgebung dieser Flossen den Walen einen Vorteil verschaffen.

Es waren amerikanische Wissenschaftler, die herausfanden, dass die Beulen an der Vorderkante der Brustflossen die Strömungseigenschaften verbessern. Dazu verglichen sie einen Nachbau der Wal-Flossen mit und ohne Beulen in einem Windkanal. Das Ergebnis: Die Strömung über der Flosse reißt aufgrund der Beulen deutlich später ab. Höhere Schwimmgeschwindigkeit und eine größere Agilität sind die Folge.

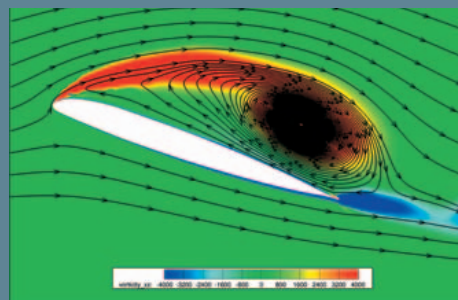
An eine Verwendung in der Luftfahrt dachten die amerikanischen Forscher nicht. Dies kam jedoch sofort Dr. Holger Mai vom Göttinger DLR-Institut für Aeroelastik in den Sinn, als er Ende 2004 einen Artikel über die Forschungen im Internet las: Vielleicht könnten die Wal-Beulen die Lösung einer der größten Herausforderungen der Hubschrauber-Aerodynamik sein – dem sogenannten Dynamic Stall. So wird der dynamische Abriss jener Strömung am Rotorblatt bezeichnet, die während der Rückwärtsbewegung des Blattes bei erhöhter Fluggeschwindigkeit des Hubschraubers auftritt.

Während des Dynamic Stall kommt es zur Ablösung von Wirbeln auf der Oberseite des Rotorblatts, was neben einem Verlust des Auftriebs den Widerstand erhöht und das Nickmoment verstärkt, also die Vorderkante des Rotorblatts nach unten dreht. Der Hubschrauber-Pionier Henrich Focke hatte bereits in den Dreißigerjahren Messungen an einem Modellrotor im damaligen 2-Meter-Windkanal in der AVA Göttingen durchgeführt, bei denen die Grenze der Strömungsablösung eine Rolle spielte.

Kleine Beulen wirken Wunder. Die Leading-Edge Vortex Generators (LEVoGs) – so ihr präziser Name – wiegen nur 0,04 Gramm und helfen gegen Strömungsabriss.



Windkanalmessungen zeigen: Mit LEVoGs liegt ein deutlich kleinerer Bereich mit Strömungsablösung vor (blau, Bild oben) als ohne (Bild unten)



Ungewollter Wirbel: Die Computersimulation zeigt den Luftwirbel über einem Rotorblatt, wenn die Strömung abreißt

DLR-Projekt SIMCOS zur Beeinflussung des Strömungsabrisses

Das DLR-Projekt „Advanced Simulation and Control of Dynamic Stall“ (SIMCOS) ist in die DLR-ONERA-Kooperation der Hubschraubertechnologien eingebettet. Ziel des Projekts ist es, den sogenannten Dynamic Stall, also den Strömungsabriss, zu simulieren und zu beeinflussen. Die verwendeten numerischen Verfahren sollen weiterentwickelt, deren Anwendung optimiert und die Komplexität der numerischen Dynamic-Stall-Simulation realitätsnah gesteigert werden. Darüber hinaus sollen in SIMCOS auch die in der experimentellen Simulation verwendeten Versuchs- und Messtechniken weiterentwickelt und deren Anwendung optimiert werden. Zudem werden neu entwickelte Technologien im Bereich Dynamic Stall untersucht. Neben der im nebenstehenden Text beschriebenen passiven Beeinflussung des Strömungsabrisses zählt dazu auch die aktive Beeinflussung.

Eine gezielte Einflussnahme auf den Dynamic Stall würde neue Möglichkeiten im Rotorentwurf eröffnen. Damit wäre es möglich, den Treibstoffverbrauch zu verringern sowie über die Reduktion der Steuerstangenkräfte den Flugbereich zukünftiger Hubschrauber zu erweitern.

Gelesen, experimentiert, patentiert

Nach dem Lesen des Artikels besorgte sich Holger Mai die Fachpublikation und machte sich mit Kollegen während einer freien Windkanalzeit daran, die Idee zu überprüfen. Warum nicht ähnliche Beulen verwenden, die auch bei der komplexen Hubschrauber-Aerodynamik eine positive Wirkung auf den Dynamic Stall haben könnten? Bereits diese ersten improvisierten Versuche waren sehr vielversprechend. Die Göttinger Forscher ließen sich daraufhin Beulen zur Verringerung des Strömungsabrisses auf den Hubschrauberrotorblättern als Leading-Edge Vortex Generators (LEVoGs) patentieren.

„Strömungsphänomene sind im Wasser wie in der Luft vergleichbar, sie müssen nur skaliert werden“, so sieht das Ganze Holger Mai. Darum sind die künstlichen Beulen auf den Rotorblättern kleiner als beim Buckelwal. Sie haben einen Durchmesser von sechs Millimetern und wiegen nur 0,04 Gramm.

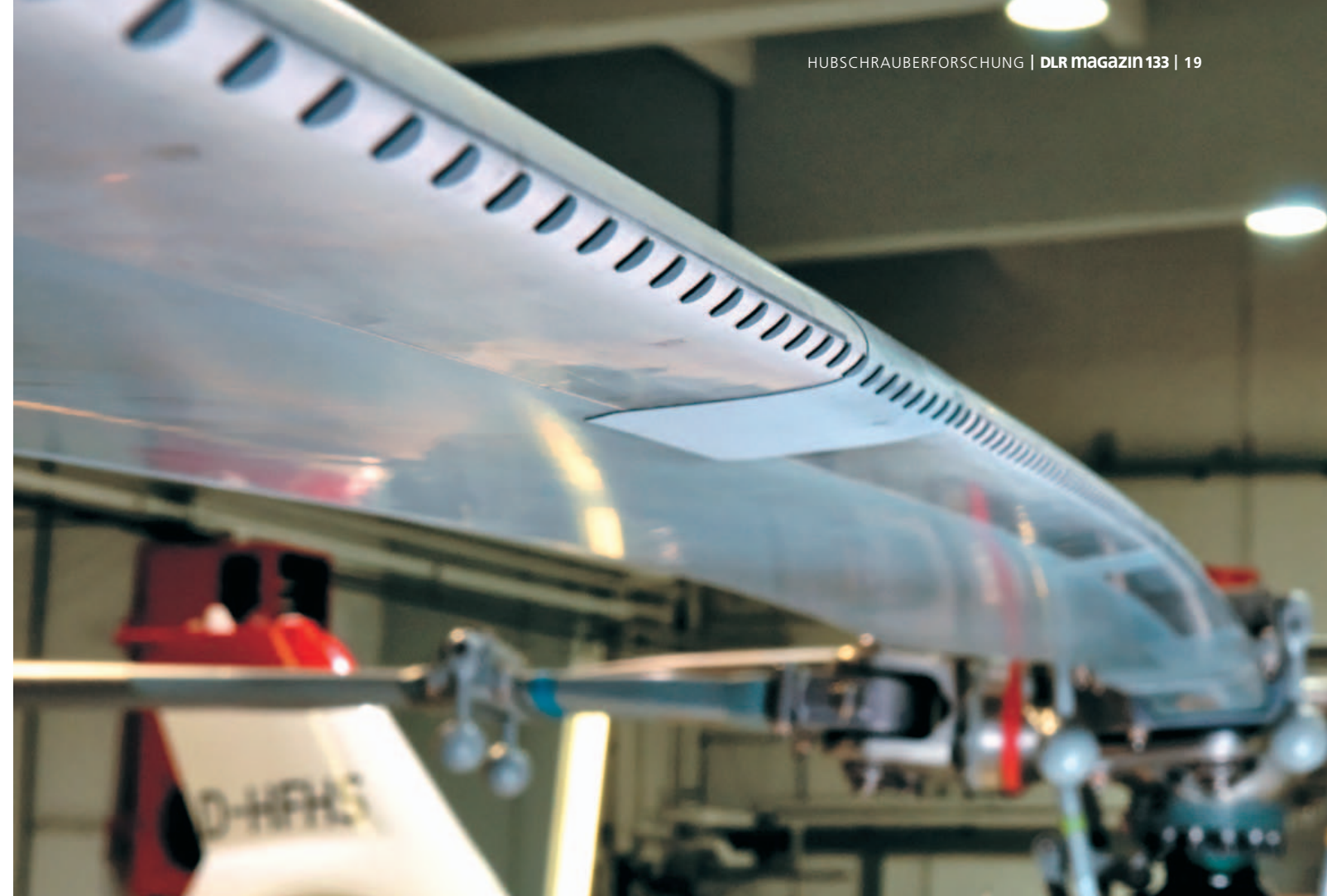
In den folgenden Jahren wurden die LEVoGs im Rahmen des Kooperationsprojektes SIMCOS (Advanced Simulation and Control of Dynamic Stall) zwischen dem DLR und der französischen Partnerorganisation ONERA weiter erforscht. In diesem Projekt untersuchte Benjamin Heine vom DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik die Wirkungsweise der Beulen grundlegend mit numerischen Strömungssimulationen und aufwändigen Windkanalexperimenten. Die Untersuchungen haben die Wirksamkeit der LEVoGs klar nachgewiesen. „Es hat einen deutlichen Effekt gegeben“, so SIMCOS-Projektleiter Dr.-Ing. Kai Richter. „Der Strömungsabriss erfolgt am Rotorblatt später und wesentlich schwächer. Der negative Einfluss von Dynamic Stall konnte um bis zu 40 Prozent reduziert werden.“

Tests mit dem DLR-Forschungshubschrauber Bo 105

Den nächsten Schritt bildeten die vor kurzem zusammen mit der Flugabteilung Braunschweig durchgeführten ersten Flugversuche mit den neuen Beulen. Sie wurden mit dem DLR-Forschungshubschrauber Bo 105 in Braunschweig durchgeführt. Dazu wurden auf jedem der vier Rotorblätter 186 LEVoGs aus Gummi aufgeklebt. „Die Piloten haben bereits ein anderes Verhalten der Rotorblätter festgestellt“, so Kai Richter. Hauptzweck war in diesem ersten Flugversuch, die Sicherheit der neuen Methode zu demonstrieren. „Das war der erste Flugversuch zur Aerodynamik bei Hubschraubern im DLR seit Jahrzehnten“, betont der DLR-Wissenschaftler. Manipulationen am Rotor gelten als besonders sicherheitskritisch und die dafür nötigen Zulassungen sind nur schwer zu erlangen.

„Nächster Schritt ist ein Flug mit einer speziellen Messanlage, um die Effekte genau erfassen zu können. Die Hubschrauberindustrie beobachtet unsere Entwicklung genau und ist wie wir an einem zahlenmäßigen Nachweis der Wirksamkeit interessiert“, erläutert Kai Richter. Sollte sich die Idee als erfolgreich erweisen, ließen sich existierende Hubschrauber damit ohne größeren Aufwand nachrüsten, meint der DLR-Forscher. Bei künftigen Hubschraubern könnten dann vielleicht sogar die entsprechenden Konturen von vornherein in die aus Titan bestehende Blattvorderkante gefräst werden. ●

Weitere Informationen unter:
www.DLR.de/AE



Dr.-Ing. Kai Richter (links) und Dr. Holger Mai vom DLR Göttingen haben je 186 der kleinen Gummi-Beulen an die Rotorblätter der Bo 105 geklebt. Der Testhubschrauber erprobte sie im Flugversuch in Braunschweig.



Wandelbar wie ein Chamäleon

Das Chamäleon ist ein sehr wandlungsfähiges Tier: Es wechselt seine Farbe je nach Bedarf. So passt es sich immer seiner Umgebung an – eine Fähigkeit, die den DLR-Informatikern Markus Litz und Markus Kunde imponiert. Sie übernahmen sie für ein Programm, das Wissenschaftlern dabei hilft, ihre Forschung institutsübergreifend zusammenzuführen. Ob nun gleich ein ganzes Flugzeug berechnet werden soll oder klimafreundliche Flugrouten das Ziel sind: Das „Chameleon“-System holt sich aus allen Instituten die benötigten Informationen und führt sie zu einem Endergebnis. – Und es macht damit vielen DLR-Wissenschaftlern die Arbeit einfacher.

Ein Computerprogramm erleichtert Wissenschaftlern die Zusammenarbeit bei der Berechnung von Flugzeugen

Von Lena Fuhrmann

Markus Litz klickt auf seinen Bildschirm und aus dem Hintergrund blickt ihn ein Chamäleon an. Vor dem tierischen Namensgeber erscheinen kleine Kästen, in denen „Rumpf“, „Flügel“ und andere Bezeichnungen von Flugzeugbauteilen stehen und die ein wenig an Legosteine erinnern. Markus Litz lacht: „Das wären dann aber hochentwickelte Legosteine.“ Denn hinter jedem dieser Bausteine stehen Unmengen von Algorithmen und Formel-Ungetümen, die aufeinander aufbauen und am Ende dafür sorgen, dass ein Flugzeug in seiner Gesamtheit richtig berechnet wird. „Und darum geht es bei Chameleon: Wir wollen, dass jedes Einzelteil von Anfang an auf das gesamte Flugzeug abgestimmt ist.“ Berücksichtigt man das nicht, kann es vorkommen, dass beispielsweise der Rumpf aerodynamisch perfekt berechnet wird und die Aeroelastiker dem Ganzen mit dem Satz „Zerbricht beim Flug“ einen Strich durch die Rechnung machen. „Ganz im Sinne von EIN DLR arbeiten unsere Institute hier von Anfang an zusammen“, erklärt Markus Kunde. Die beiden Informatiker von der DLR-Einrichtung für Simulation und Softwaretechnik sind Chameleon-Verfechter der ersten Stunde.

Das Wissen der anderen greifbar machen

„Simulationen am Computer sind mittlerweile Standard bei der Flugzeugentwicklung“, erläutert Markus Litz. Wurde früher auf Modelle der Flieger oder Flugzeugteile gesetzt, die dann in aufwändigen Messungen evaluiert wurden, errechnen Ingenieure heute das Endprodukt am Computer. Diese Simulation wird dann mit realen Modellen in einigen wenigen Messungen überprüft. Das spart Zeit und Geld in dem ohnehin schon langwierigen Prozess: Rund zehn Jahre dauert es, bis die Idee des neuen Flugzeugs aus der Produktionshalle rollt. Benötigte man noch vor einigen Jahren riesige Rechenzentren für die Simulation, können heute Arbeitsplatzrechner dank ihrer gestiegenen Leistung einfache Berechnungen selbst übernehmen.“

Markus Litz und Markus Kunde schwebte eine Software vor, die zu jedem passt. Mit Chameleon haben sie jetzt so ein Multitalent: eine Software, mit der man Flugzeuge im wahrsten Sinne des Wortes zusammenbauen kann.

Doch ein Problem bleibt: Jeder Ingenieur ist Experte auf seinem Gebiet und muss für verwandte Gebiete Annahmen treffen – der schon beschriebene Fall zwischen Aerodynamik und Aeroelastik tritt ein. Das Chameleon-System macht hingegen den Zugriff auf „fremdes“ Wissen möglich – vergleichbar mit dem Online-Angebot von Bibliotheken: Bücher werden online zur Verfügung gestellt und können von beliebig vielen Lesern zeitgleich „ausgeliehen“ werden.

Dieses Prinzip auf den DLR-übergreifenden Flugzeugentwurf anzuwenden, klingt einfacher, als es ist: Als Markus Kunde und Markus Litz ihre Arbeit aufnahmen, arbeitete jedes Institut mit eigenen Formaten für seine Berechnungen, die aber außerhalb des Instituts niemand verwendete: Als würde man versuchen, ein Worddokument mit einer Excel-Tabelle zusammenzuführen, und zwar ohne Datensalat. Die Verwendung von eigenen Formaten ist im ingenieurwissenschaftlichen Bereich aufgrund der hochspezialisierten Themen keine Seltenheit. „Also haben wir ein eigenes und vor allem einheitliches Format für die Berechnungen etabliert: CPACS ist ursprünglich vom Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik entwickelt worden und steht für Common Parametric Aircraft Configuration Scheme. Das Programm wird momentan von der DLR-Einrichtung Lufttransportsysteme weiterentwickelt und für alle vereinheitlicht. Darauf haben wir aufgebaut. Dazu benötigten wir noch eine Umgebung, in der CPACS arbeiten kann – ähnlich einem Haus. Die nennt sich RCE, kurz für Remote Component Environment. RCE und CPACS plus einige Erweiterungen ergeben unser Chameleon“, erklärt Litz. Der Aufwand war am Anfang enorm: Viele Wissenschaftler mussten bereits vorhandenes Datenmaterial neu in CPACS einpflegen, in dutzenden Meetings tauschte man sich über Anforderungen und Fachgebiete aus.

Das Ganze hat auf lange Sicht aber entscheidende Vorteile: Zum einen kennen sich die Wissenschaftler nun und haben durch den Aufbau schon ihre Bereitschaft zur Zusammenarbeit bewiesen und zum anderen kann in zukünftigen Projekten auf bestehendes Datenmaterial zugegriffen werden. „Hier zum Beispiel“, sagt Litz und zeigt auf einen Baustein auf dem Bildschirm mit der Aufschrift „Rumpf“, „fließt unter anderem das Wissen vom Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung aus Stuttgart ein. Dort finden die Crashtests statt. Das Wissen hieraus kann in Folgeprojekte einfließen, es ist ja alles in CPACS enthalten.“ Und: Der Forscher muss sich nicht mehr mit der Lösung technischer Probleme herumschlagen, die gar nicht zu seinem Aufgabengebiet gehören, er kann sich voll auf seinen wissenschaftlichen Teil konzentrieren.

Die Idee basierte auf einem System, mit dem Schiffe berechnet werden sollen. „Auslegen“ heißt das in der Fachsprache. „So groß aus Konstrukteursicht auch der Unterschied ist, ob ein Schiff oder ein Flugzeug ausgelegt wird – aus Informatikersicht ist das Prinzip dasselbe“, erklärt Litz. Den Programmierungen ist es egal, ob das Endergebnis schwimmen oder fliegen soll.

Durchlauf für Durchlauf, bis das Ergebnis stimmt

Am Anfang eines Projekts mit Chameleon steht wie sonst auch eine Definition der Anforderungen: Was soll das geplante Flugzeug können? Wie soll es aussehen? Wie breit soll der Rumpf sein? Aus vielen Hauptfragen ergeben sich viele Unterpunkte – die Planung wird in Einzelteile zerlegt und auf die Institute verteilt. „Es arbeiten über zehn Institute an einem Projekt“, erklärt Kunde. Das Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik simuliert beispielsweise die Umströmung des Flügels, die DLR-Einrichtung Lufttransportsysteme kümmert sich um die ökonomische Bewertung, die Antriebstechniker berechnen das Triebwerk und so geht die Kette immer weiter. „Jedes Institut und jede Abteilung im Institut verfügt über Wissen, das andere nicht haben – Chameleon fügt das Ganze zusammen“, erläutert Kunde. Jeder der 20 bis 30 Bausteine der Institute und Abteilungen bedingt dann den anderen, indem es neue Informationen einspeist. Die Prozesskette ist deswegen auch nicht nach einem Durchlauf beendet, sondern fängt wieder von vorne an – sie zirkuliert so lange, bis das Endergebnis stimmt. Hier gilt: Je komplizierter die Anzahl der einzelnen Bausteine, desto länger dauert auch ein Durchlauf, manchmal bis zu 20 Stunden. „Das ist aber selten“, fügt Litz hinzu.

Den Menschen und die Kommunikation untereinander wird Chameleon aber nicht ersetzen können: „Am Anfang dachten wir noch, wir könnten einmal nur die Infos aus den einzelnen Instituten einspeisen und dann spuckt Chameleon am Ende das fertige Flugzeug aus. Das ist aber nicht so und wird wohl auch nie so sein“, sagt Kunde. Kommunikation ist weiterhin ein Schlüsselwort. Denn all die schönen Zahlen bringen nichts, wenn niemand sie erklären kann. So telefonieren die Wissenschaftler aus den einzelnen Instituten viel untereinander – Blicke über den Tellerrand der eigenen Forschungswelt.

Ein weiterer Klick auf dem Bildschirm und eine neue Chameleon-Maske mit vielen Bausteinen öffnet sich. Darunter erscheint die Simulation eines unbemannten Luftfahrzeugs, das in seiner Form einem Rochen ähnelt. „Hier kann man sich auch

immer den Stand des Projekts vor Augen führen“, erklärt Kunde. „Die vielen Algorithmen im Hintergrund ergeben dann dieses Flugzeug. Die einzelnen Mitarbeiter können aber auch weitere Informationen hier einspeisen, beispielsweise die Videos von Windkanalversuchen.“

Klug genug auch für ein Terrain jenseits des DLR

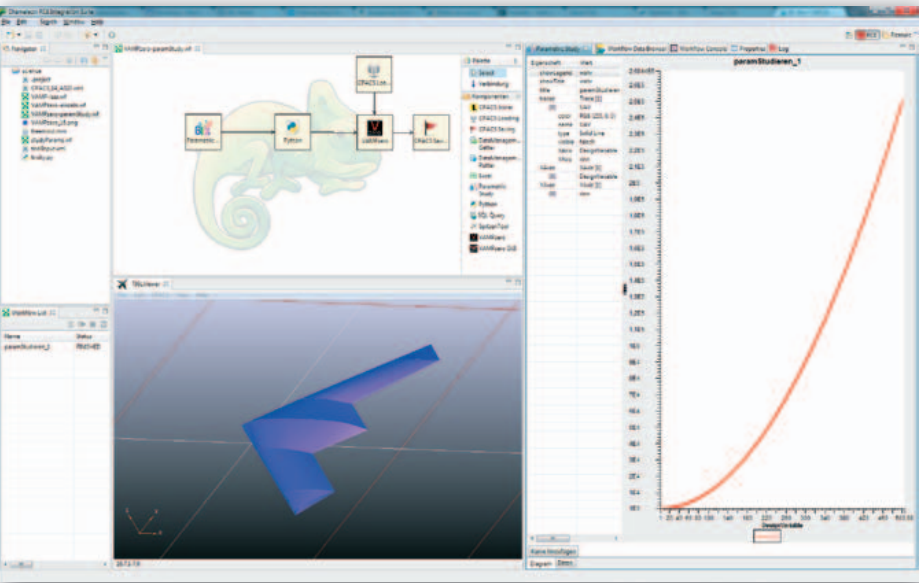
Es muss auch nicht immer gleich ein ganzes Flugzeug sein, das mit Chameleon und dem CPACS-Format berechnet wird: Im Projekt CATS (Climate-compatible Air Transport System) beschäftigen sich die Forscher beispielsweise mit dem klimaverträglichen Luftverkehr und nutzen CPACS für Klimaberechnungen. Mehr als 1.200 Flugrouten wurden hier in das System eingefügt, die dann nach ihrer Klimafreundlichkeit bewertet wurden.

Die Aufgabe von Litz und Kunde ist es jetzt, das System beständig weiterzuentwickeln und hierbei die Wünsche der Anwender zu berücksichtigen. Fehlersuche ist beispielsweise ein schwieriges Kapitel: „Wenn ich als Projektleiter nur das Ergebnis aus vielen verschiedenen Einzelteilen bekomme und das System meldet mir einen Fehler, dann ist die Suche sehr aufwändig – ich weiß ja nicht, wo ich anfangen soll. Daran arbeiten wir gerade“, erläutert Litz. Zusätzlich soll Chameleon in Zukunft dem Nutzer noch mehr unter die Arme greifen und Vorschläge machen, wie die nächsten Schritte aussehen könnten. Chameleon soll in Zukunft melden, wenn es auf logische Fehler trifft. Das kann ein Vorzeichenfehler sein oder ein Vertauschen der Einheiten – wenn der Rumpf plötzlich kilometerlang ist, sollte Chameleon Alarm schlagen. „Wir arbeiten hier an einem intelligenten System“, fügt Kunde hinzu, „das den Nutzer bestmöglich unterstützen soll.“ Diese Eigenschaften und seine flexible Weiterentwicklung kommen auch bei Universitäten und der Industrie gut an: Erste Gespräche, Chameleon und CPACS auch außerhalb des DLR zur Anwendung zu bringen, verliefen sehr positiv. ●

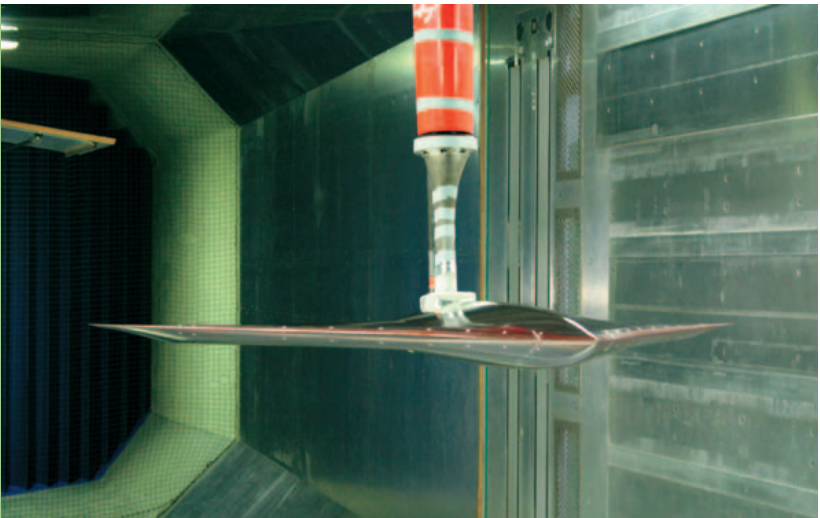
Weitere Informationen unter:
www.DLR.de/SC



Die Wandelbarkeit des Chamäleons stand Pate für die DLR-Software



Jeder versteht jeden mit der Chameleon-Software



Erste mit der Chameleon-Software entworfene Flugzeugkonfigurationen wurden bereits in Windkanälen getestet



Sicher verpackt

HALO ist ein Vorzeigeprojekt der deutschen Forschergemeinschaft. Das modulare Konzept des Forschungsflugzeugs erlaubt einen schnellen Wechsel der mitgeführten Experimente. Für einige Versuche ist der Einbau von Messinstrumenten in eigens dafür entwickelte Behälter am Rumpf und an den Tragflächen vorgesehen. Damit diese für den Flugbetrieb zugelassen werden, müssen sie auch den Zusammenprall mit einem Vogel aushalten – eine Herausforderung für die DLR-Ingenieure, die sie mit neuen konstruktiven Ansätzen und Fertigungsverfahren aus Verbundwerkstoffen bewältigten.

Spezielle Anbauten am Forschungsflugzeug HALO schützen die Messinstrumente vor Vogelschlag

Von Dominik Schwinn und Jan-Henning Niediek

HALO (kurz für High Altitude and Long Range Research Aircraft, also ein besonders hoch und weit fliegendes Flugzeug) wurde unter Beteiligung des DLR für die Atmosphärenforschung von einem großen Business Jet zu einem Forschungsflugzeug umgebaut. Schließlich soll es mehrere Experimente gleichzeitig durchführen können, und dafür braucht es Platz. Je nach Ausbau bietet der Innenraum großzügige 20 bis 30 Quadratmeter für die Instrumente und die wissenschaftlichen Mitarbeiter. Die Umbauten im Inneren des Fliegers, der von vielen deutschen Forschungseinrichtungen für Experimente genutzt wird, wurden durch einige Modifikationen des Rumpfes und der Tragflächen ergänzt: Das Flugzeug vom Typ Gulfstream G550 wurde zusätzlich mit Behältnissen unter den Flügeln (Wingpods und Sondenträger) und unter dem Rumpf (Bellypod) ausgestattet. Um den aerodynamischen Einfluss des Bellypod auszugleichen, musste ein zweiter Anbau unter dem Heck her – eine sogenannte Ventral Fin.

Derartig umfangreiche Veränderungen machen einen aufwändigen Zulassungsprozess nötig, da durch Anbauten die aerodynamischen Eigenschaften eines Flugzeugs verändert werden – die Sicherheit der Passagiere und der Besatzung steht nach wie vor an oberster Stelle. Auch die strukturelle Integrität der Hülle steht auf dem Prüfstand. Die Hersteller müssen einen neu entwickelten Flugzeugtypen vor der Zulassung intensiv auf extreme Belastungen prüfen – wie sie an manchen Stellen etwa beim Zusammenstoß mit einem Vogel auftreten können. Wird das Flugzeug nachträglich verändert, müssen die umgebauten Teile den gleichen Tests standhalten.

1,8 Kilogramm Gelatine simulieren einen Vogel

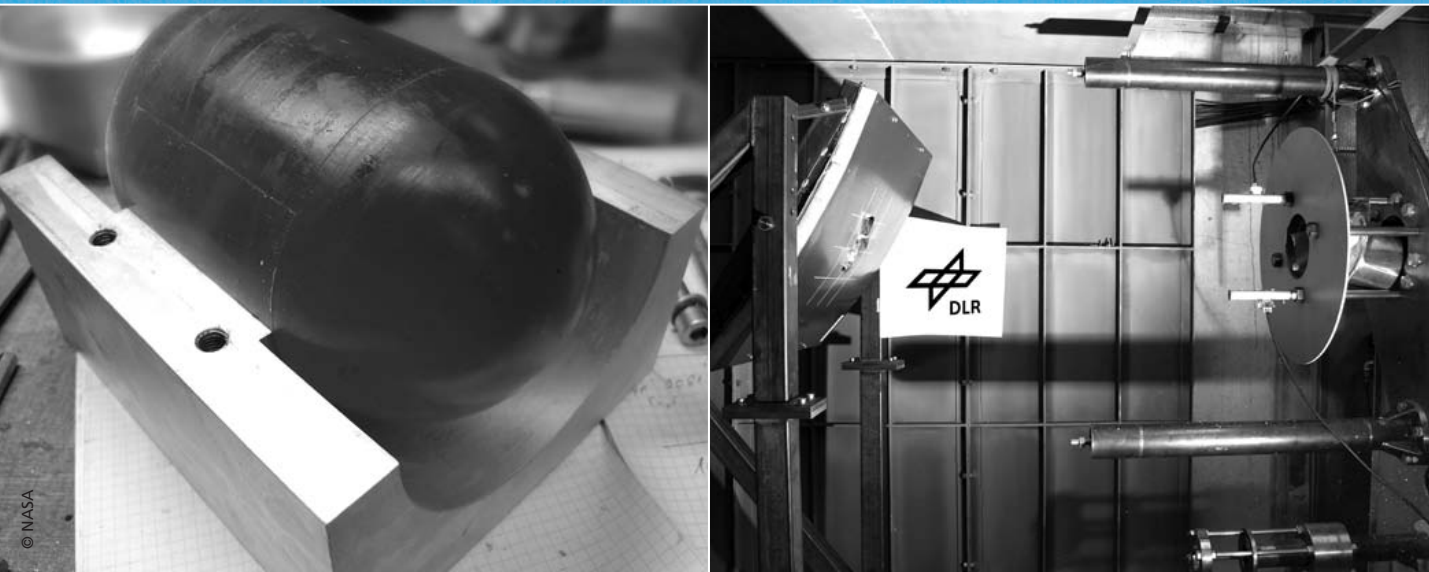
Die Anbauten für HALO, die unter Mitwirkung verschiedener DLR-Institute entwickelt wurden, mussten aus ganz besonderen Werkstoffen gefertigt werden. Um die hohe Energie beim

Aufprall eines Vogels zu absorbieren, werden zwei verschiedene Konzepte verfolgt: Spitz zulaufende Bauteile sollen das Flugobjekt zerteilen, um den Energieübertrag beim Zusammenprall möglichst klein zu halten und den Impuls auf das Bauteil zu reduzieren. Für die runde Form des Bellypod am Rumpf hingegen wurde eine innovative Schale aus zwei verbundenen Schichten entwickelt. Sie bestehen aus Glasfasergewebe und selbstverstärktem Polypropylen. Wenn es nun zu einem Vogeleschlag kommt, wird die Energie in die Struktur übertragen, diese verformt sich, bremst somit den Vogel ab und lässt ihn abgleiten.

Bis eine solche Entwicklung abgeschlossen ist, werden etliche Modelle im Computer berechnet und anschließend praktischen Tests unterzogen. Um realistische Ergebnisse zu erhalten, lassen die Ingenieure dazu Gelatinekörper mit einer für Vogelschlag relevanten Standardmasse mit hoher Geschwindigkeit auf das jeweilige Bauteil prallen. Aufgrund der Übereinstimmung der errechneten und im Versuch bestätigten Verformungen wurde ein Element, die Ventral Fin, sogar ausschließlich anhand dieser Ergebnisse zugelassen. Diese „virtuelle“ Zertifizierung stellt einen Meilenstein auf dem Weg zu einer vollständigen computersimulierten Analyse und Zulassung im Flugzeugbau dar. ●

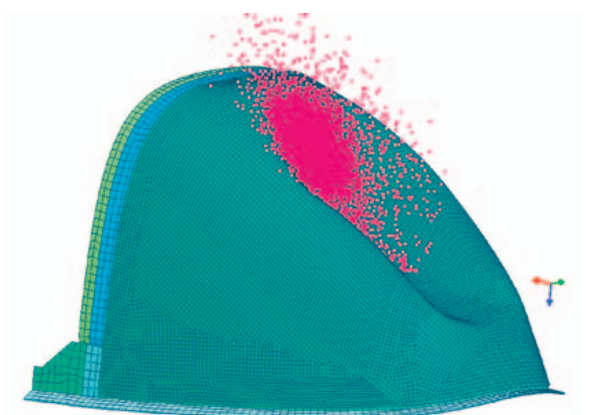
Autoren:

Dominik Schwinn arbeitet als Luft- und Raumfahrtingenieur im DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung, er führte für die HALO-Anbauten die Simulationen von Vogelschlag durch. Jan-Henning Niediek ist angehender Technikjournalist und absolvierte in der DLR-Kommunikation ein studentisches Praktikum.



Bilder links:

Anbauten an HALO, wie auf dem Bild oben unter dem Rumpf zu sehen, müssen auch gegenüber der Kollision mit einem Vogel sicher sein. Ein Gelatinekörper dient bei Beschusstests als künstlicher Vogel (unten links). Für diese Versuche nutzt das DLR seine Hochgeschwindigkeitsbeschussanlage im DLR Stuttgart (unten rechts).



In speziellen Simulationen (Finite-Elemente-Methode) berechnen die DLR-Ingenieure die Auswirkungen eines Vogelschlags



Immer für eine Überraschung gut

Sie sind so winzig, dass sie für das menschliche Auge unsichtbar sind und erzielen doch eine große Wirkung: Nanopartikel. Braunschweiger Wissenschaftler prägen den winzigen, in Kapseln verborgenen Teilchen Eigenschaften auf, die diese unter bestimmten Bedingungen freisetzen und so entscheidende Verbesserungen erwirken. Ob in der Medizin, der Bautechnik, der Chemie oder, wie im DLR, im Bereich des Flugzeug- und Autobaus – die kleinen „Nanos“ sind groß im Kommen.

Nanopartikel – unsichtbare Alleskönner, deren Potenzial Braunschweiger DLR-Forscherinnen und -Forscher erschließen

Von Jasmin Begli



Dr. Christine Arlt und Wibke Exner begeistern sich für etwas, das man nicht sieht: Im DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik erkunden sie die Fähigkeiten von Nanopartikeln.

Forschung im Unsichtbaren

„Ein Meter verhält sich zu einem Nanometer wie die Erdkugel zu einer Haselnuss“, verdeutlicht Dr. Christine Arlt, Stellvertreterin des Direktors am DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik in Braunschweig die Größe eines „Nanos“, wie sie die kleinen Partikel nennt. Anders ausgedrückt ist ein Nanometer der millionste Teil eines Millimeters, also 10^{-9} Meter, und ein Nanopartikel besteht aus nur wenigen tausend Atomen. Das heißt: unter Normalbedingungen kann der Mensch sie nicht sehen. Erst mit Hilfe eines Elektronenmikroskops können diese kleinsten Teilchen sichtbar werden.

Seit dem Jahr 2000 forscht das DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik am Einsatz der Nanos – vorrangig für den Flugzeugbau. Aber auch in der Automobilindustrie werden die Fähigkeiten der klitzekleinen Partikel hoch geschätzt. Dabei geht es in erster Linie um die Steigerung der Materialfestigkeit und den „Einbau“ bestimmter Eigenschaften.

Leicht, leichter, CFK mit Nanopartikeln

Es ist also die Integration der Nanopartikel in den Werkstoff CFK, den kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff, der die DLR-Wissenschaftler beschäftigt. CFK gilt als das Material der Zukunft für den Flug- und Fahrzeugbau. Leichter und stabiler als Aluminium geht es heute im Flugzeug bereits teilweise in die Luft. „Bisher wird CFK im Flugzeug noch in dickeren Schichten verbaut, um das höchste Maß an Stabilität zu gewährleisten“, erklärt Christine Arlt. „Die Nanos festigen das Material noch mehr, der Leichtbaueffekt des CFK kann besser genutzt werden, da es in dünneren Schichten verbaut werden kann. Zusätzlich können wir in die Teilchen bestimmte Fähigkeiten einarbeiten.“

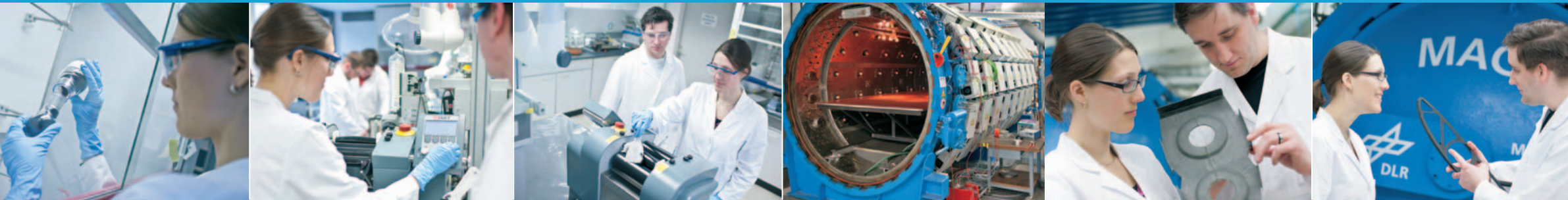
Geschüttelt und gerührt

Um dies zu erreichen, müssen die Wissenschaftler die Nanopartikel in das CFK einbringen. Und das geht so: Faserverbundwerkstoffe, wie CFK, bestehen aus Fasern, die in einen Kunststoff eingebettet sind. Soll dieser Stoff mit Nanopartikeln verbessert werden, müssen die DLR-Forscherinnen und -Forscher die Nanopartikel in Pulverform vor der Härtung in das flüssige

Nanopartikel

Bezeichnung für winzige Teilchen, die nur bis zu 100 Nanometer groß sind. Ein Nanometer entspricht 0,000000001 Metern. Ob Keramik, Kohlenstoff oder Gold – theoretisch kann jedes Material als Nanopartikel vorliegen und entsprechend genutzt werden.

Wibke Exner mit den „Hauptdarstellern“ ihrer derzeitigen Arbeit: durchsichtigem, flüssigem Kunststoffharz und Nanopartikelpulver



Nachdem das Nanopartikelpulver und der flüssige Kunststoff ineinandergegeben wurden, muss das Gemisch zur perfekten Verteilung die Walzen passieren. In der entsprechenden Bauteilform werden die Kohlenstofffasern danach mit dem nanopartikelhaltigen Harz getränkt und schließlich im Autoklaven bei hohen Temperaturen ausgehärtet. Abschließend begutachten die Wissenschaftler das fertige Bauteil.

Harz, also den verstärkenden Kunststoff, einarbeiten. Die Nanos neigen allerdings dazu, sich in Gruppen aneinanderzulagern. Ein unerwünschter Nebeneffekt, denn nur wenn die Partikel fein und gleichmäßig im Harz verteilt sind, entfalten sie ihre Fähigkeiten voll. Daher erfolgt das Einrühren des Nanopulvers mit speziellen Maschinen. Diese verfügen nicht nur über sehr hohe energetische Kräfte, sondern trennen die Teilchen wahlweise mittels Walzen oder Mahlperlen voneinander.

Ist die Masse homogen und die Nanos sind gut im flüssigen Kunststoff verteilt, fügen die Wissenschaftler Harz und Kohlenstofffaser in der gewünschten Bauteilform zusammen. Sie durchtränken die Fasern mit dem Harz und härten das Bauteil dann im Autoklaven unter hohen Temperaturen aus. Das mit Nanopartikeln verstärkte CFK-Bauteil ist fertig.

Das Material macht's

Unterschiedliche Materialien ergeben unterschiedliche Effekte. Keramische Nanopartikel beispielsweise eignen sich besonders für die Arbeiten im Bereich der Materialfestigkeit. Werden sie in das Harz eingearbeitet, wird der CFK-Verbund widerstandsfähiger und stabiler, seine Haltbarkeit wird verbessert und die Bauteile können dünner gebaut werden. Weil das Material und Gewicht spart, wird Fliegen umweltfreundlicher.

Im Bereich des Fahrzeugbaus wären die neuen leichten Materialien eine Variante für die Karosserie. Derzeit sind die Faserverbunde dort noch nicht optimal einsetzbar, denn beim Aushärten des flüssigen Harzes entstehen Dellen in der Oberfläche, die die weitere Verarbeitung komplizierter machen. „Um eine schöne, ebenmäßige Lackierung zu erreichen, müssen die Dellen in einem zusätzlichen Arbeitsschritt ausgespachtelt werden“, erklärt Wibke Exner. „Hier können die Nanos Arbeit sparen, denn eingerührt in das Harz, machen sie unter bestimmten Bedingungen die CFK-Karosserie glatter und im Idealfall dellenfrei.“ An der Optimierung des Materials forscht das Team und macht täglich Fortschritte.

Nanopartikel als Feuerwehr

Ein weiteres Phänomen ist die Fähigkeit der Nanopartikel, spezielle Eigenschaften unter bestimmten Bedingungen freizusetzen. Ein Beispiel aus der Forschung des DLR-Instituts: der Flammschutz. Wirken hohe Temperaturen auf das Teilchen ein, zersetzt es sich und spaltet dabei Wasser ab. Arbeitet man Nanopulver mit dieser Eigenschaft in das CFK-Harz ein, löscht sich beim späteren Bauteil der Kunststoff bei großer Hitze im Brandfall sozusagen von innen selbst. So können der Brandbeginn verzögert und die Wärmeentwicklung verringert werden, Zeit wird gewonnen. Wertvolle Zeit, die in einem tatsächlichen Brandfall Leben retten kann.

Bei Schaden wird es bunt

Auch Schäden im Material könnten durch Nanopartikel mit besonderen Eigenschaften frühzeitig erkannt werden. Dabei wären in Nanokapseln Farbpartikel verborgen, die aktiv werden, wenn das Material beschädigt wird. Risse in der Flugzeugaußenhaut beispielsweise könnten so sofort bemerkt und lokalisiert werden. Die DLR-Wissenschaftler wollen aber noch mehr: nicht nur Farbpartikel sollen im Schadensfall freigesetzt werden, die Nanos sollen sich auch selbst „heilen“. In den Nanos sind dann also nicht mehr nur die Farbpartikel enthalten, sondern auch „Essenzen“, die sich bei der Einwirkung durch einen Riss selbst reparieren. Zukunftsmusik, die sich mit Hilfe der Nanos aber verwirklichen lässt. „Das ist ja das Faszinierende“, schwärmt Wibke Exner. „Wir können den Nanos mehrere tolle Eigenschaften mit vielen Funktionalitäten geben und das, obwohl sie quasi unsichtbar sind und überhaupt nicht auffallen.“

Nanos zeigen Kraft

Ein drittes aktuelles Beispiel aus dem Nanoforschungsalltag des DLR ist die Sensorik. Dabei geht es um die Messung der Kräfte, die auf oder in einem CFK-Bauteil wirken. Wichtig wird dies beispielsweise bei Belastungstests. Für die Kraftmessung arbeiten die Wissenschaftler mit winzigen Piezokristallen. Piezoelemente begegnen uns im Alltag beispielsweise in Feuerzeugen. Dort geben sie den entscheidenden, die Flamme erzeugenden Funken. Bei mechanischer Verformung eines Piezokristalls ändert sich in ihm die Polarisierung. Auf der Kristalloberfläche entsteht dadurch eine elektrische Spannung, die gemessen werden kann. Auch in CFK-Bauteilen mit Piezokristallen lassen sich so mechanische Belastungen in ein elektrisches Signal wandeln. Messen es die Wissenschaftler, erhalten sie Aufschluss über die Stärke der wirkenden Kräfte. So ist das Spannungssignal im Material integriert und muss nicht nachträglich aufgesetzt werden und in vielen Fällen störenden Sensoren gewonnen werden.

Das Team macht den Erfolg

25 Personen arbeiten derzeit in der Abteilung Multifunktionswerkstoffe des DLR-Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik in Braunschweig. Fünf von ihnen forschen an der Verbesserung und Weiterentwicklung der Nanopartikel. Sie kommen aus dem klassischen Maschinenbau, der Materialforschung oder der Chemie. „Wir arbeiten hier interdisziplinär“, sagt Wibke Exner, selbst studierte Chemikerin. „Der Materialforscher kann nicht ohne den Chemiker, beide nicht ohne den Maschinenbauer und andersrum. Auch man selbst muss über die Grenzen seines eigenen Fachgebiets hinaus arbeiten. Das ist Abwechslung pur.“

Die theoretische, geistige Arbeit am Rechner und die praktische, handwerkliche Arbeit im Labor wechseln sich ab. Weil ihr Untersuchungsgegenstand aber nun mal unsichtbar ist, kommt es da schon mal zu Diskrepanzen. „Die Nanos sind immer wieder für Überraschungen gut“, erzählt Wibke Exner. „Während des Einrührens des Nanopulvers sieht man die Wirkung ja nicht sofort, weil man die Nanos nicht sieht.“ Da kann es auch schon mal passieren, dass das Material während des Rührvorgangs plötzlich aushärtet oder eben nicht fest wird, wenn es fest werden soll. „Manchmal ist das anstrengend, weil man den Fehler nicht immer gleich findet, aber es ist natürlich auch Teil der Faszination, die von den Nanos ausgeht. Und im Zweifelsfall haben die Kollegen den entscheidenden Tipp“, sagt die Forscherin.

Ein virtuelles Institut für die Nanos

Doch nicht nur untereinander tauschen sich die DLR-Experten regelmäßig aus. Als virtuelles Institut der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren arbeitet das DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik mit anderen namhaften Nanoforschern zusammen. Regelmäßig schreibt die Helmholtz-Gemeinschaft virtuelle Institute aus, in denen dann über drei bis fünf Jahre Austausch und Bündelung von Wissen gefördert werden. Im Jahr 2008 entstand so unter Federführung des DLR das „Virtuelle Institut Nanotechnology in Polymer Composites“. „Über drei Jahre hinweg haben wir mit unseren Partnern aus Forschung und Industrie gearbeitet, diskutiert, Konferenzen durchgeführt und vieles mehr“, berichtet Dr. Christine Arlt. Neben ihrer Tätigkeit im DLR ist sie die aktuelle Sprecherin des virtuellen Instituts, das auch über die Helmholtz-Förderung hinaus bestehen bleiben wird. „Ohne den intensiven gegenseitigen Austausch – jeder Partner ist Spezialist auf einem anderen Gebiet – wären wir in der Nanoforschung niemals so weit gekommen“, freut sich Arlt. Das Konzept des virtuellen Instituts ist hier also komplett aufgegangen: Es wurde weit mehr erreicht, als es der Fall gewesen wäre, hätte jeder für sich allein getüftelt.

Virtuelles Institut zum Thema Nanotechnologie

Das „Virtuelle Institut Nanotechnology in Polymer Composites“ wurde 2008 unter der Federführung des DLR-Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik gegründet. Weitere Partner sind die Technische Universität Braunschweig, die Technische Universität Clausthal, die Leibniz Universität Hannover und die aerospace & advanced composites GmbH Seibersdorf (bei Wien). Das Projekt war ein voller Erfolg und wird auch nach Ablauf der Förderung durch die Helmholtz-Gemeinschaft fortgesetzt.



Die Nanopartikel sind homogen im Kunststoffharz verteilt. Die schwarze Farbe erhält die Masse, weil die Nanopartikel in diesem Fall aus Kohlenstoff bestehen.

Zukunftsmusik

Auch Zukunftsaussichten und Ideen für Verbesserungen sind im Virtuellen Institut entstanden. „Für die zukünftige Nanoforschung können wir uns noch viel bei der Natur abschauen“, wagt Arlt einen Blick nach vorne. „Ein Spinnennetz ist so elastisch und stabil, weil in ihm eine ganz bestimmte Anordnung der Nanopartikel untereinander vorliegt. Wir müssen daran arbeiten, dass wir die Partikel gezielt anbringen, platzieren und so ihre Anordnung und damit bestimmte Fähigkeiten bewusst beeinflussen können“, erläutert sie.

Zurück zur Arbeit im DLR-Institut in Braunschweig: Dass die Ergebnisse ihrer Forschungen erst in zehn bis 20 Jahren tatsächlich in die Luft gehen, stört die DLR-Nanoforscher nicht. „Das ist normal in der Luftfahrt“, erklärt Exner. „Die Sicherheitsauflagen dort sind so hoch, dass Neuerungen erst nach ausgiebigen und langwierigen Überprüfungen fliegen dürfen. Der Einsatz im Automobilbereich wird schneller kommen“. Bis dahin forscht das Team weiter an den winzigen Teilchen, die so unscheinbar und doch so wirkungsvoll sind, und überlegt sich, welche nützlichen Eigenschaften es den Nanos noch aufprägen kann – immer mit dem Ziel, die Luftfahrt der Zukunft noch sicherer und umweltfreundlicher zu machen. ●

Weitere Informationen
www.DLR.de/FA

Vom Algorithmus zum Produkt

Die Nutzung von Daten des deutschen Satellitensystems RapidEye ist Thema des diesjährigen Workshops, den das Earth Observation Center (EOC) im mecklenburgischen Neustrelitz durchführt. DLR-Wissenschaftler Dr. Erik Borg vom EOC Neustrelitz ist verantwortlich für die Organisation des Arbeitstreffens von Wissenschaftlern aus Universitäten, Forschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft sowie Unternehmen und gab dem DLR-Magazin Auskunft, worum es dabei geht.

Workshop in Neustrelitz zeigt den Nutzen des deutschen Satellitensystems RapidEye

Für welche Anwendungen sind die Daten der RapidEye-Satelliten interessant?

Das ist sehr unterschiedlich. Geologie, Hydrologie und Ozeanografie können davon profitieren, aber auch Informationen über die Vegetation und die Beschaffenheit von Landschaftsräumen lassen sich aus den Daten ableiten. Daher auch das Thema des 4. Nutzerworkshops „Vom Algorithmus zum Produkt“.

Klimaforscher verweisen auf länger werdende Trockenperioden und sagen einen Anstieg des Meeresspiegels voraus. Lässt sich mit Daten des RapidEye Science Archive, kurz RESA, der Klimawandel belegen?

Die Daten können zumindest das Wissen über klimawirksame Faktoren wie Wasserressourcen oder Veränderungen in den ökologischen Systemen verbessern. Auch Auswirkungen von Landnutzungsänderungen oder auch der Einfluss sozio-ökonomischer Entwicklungen lassen sich so dokumentieren, um darauf aufbauend Antworten für die Gesellschaft zu finden.

Haben Sie ein Beispiel?

Ja: Ein sensibler Lebensraum, der Auskunft über den Zustand unserer Erde liefern kann, ist das Permafrostgebiet. Hier lassen sich beispielsweise die Geschwindigkeit und Dynamik sowie die Veränderung empfindlicher Ökosysteme gut beobachten. Die Daten können dann in Umweltmodelle und Konzepte für die Gestaltung der Gesellschaft einfließen.

Sie sprechen einen der Workshop-Beiträge von Dr. habil. Sören Hese von der Friedrich-Schiller-Universität Jena an ...

Genau. Zusammen mit Michael Voltersen und Marcel Urban untersuchte Sören Hese das Mündungsdelta des sibirischen Flusses Lena. Erstmals wurden räumlich sehr hochaufgelöste Satellitendaten vom Aufnahmesystem des RapidEye genutzt, um Degradationsprozesse von Permafrostböden, also die Verschlechterung der Leistungen dieser Böden, im Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen zu betrachten.

Was macht den Permafrostboden so besonders?

Wenn er auftaut, wird das Treibhausgas Methan freigesetzt. Im Vergleich mit Kohlendioxid ist Methan erheblich stärker als Treibhausgas wirksam. Auch wenn hier noch nicht alle Zusam-

menhänge vollständig verstanden sind, so kann man doch davon ausgehen, dass die Methanemissionen infolge einer Erwärmung zu einem weiteren Auftauen der Permafrostböden führen. Methan wird daher als ein sich selbst verstärkender Faktor im Klimawandel angesehen.

Was können die RapidEye-Daten in diesem Zusammenhang leisten?

Sören Hese und seine Kollegen konnten zeigen, dass Veränderungen der Permafrostböden über die multitemporale Kartierung von Vegetationstypen und die Veränderung von Wasserflächen, den sogenannten Thermokarstseen, dokumentiert werden können. Für das Lena-Delta erzeugten die Kollegen ein Datenmosaik aus verschiedenen RapidEye-Szenen und Satelliten-Bildstreifen aus den Sechzigerjahren.

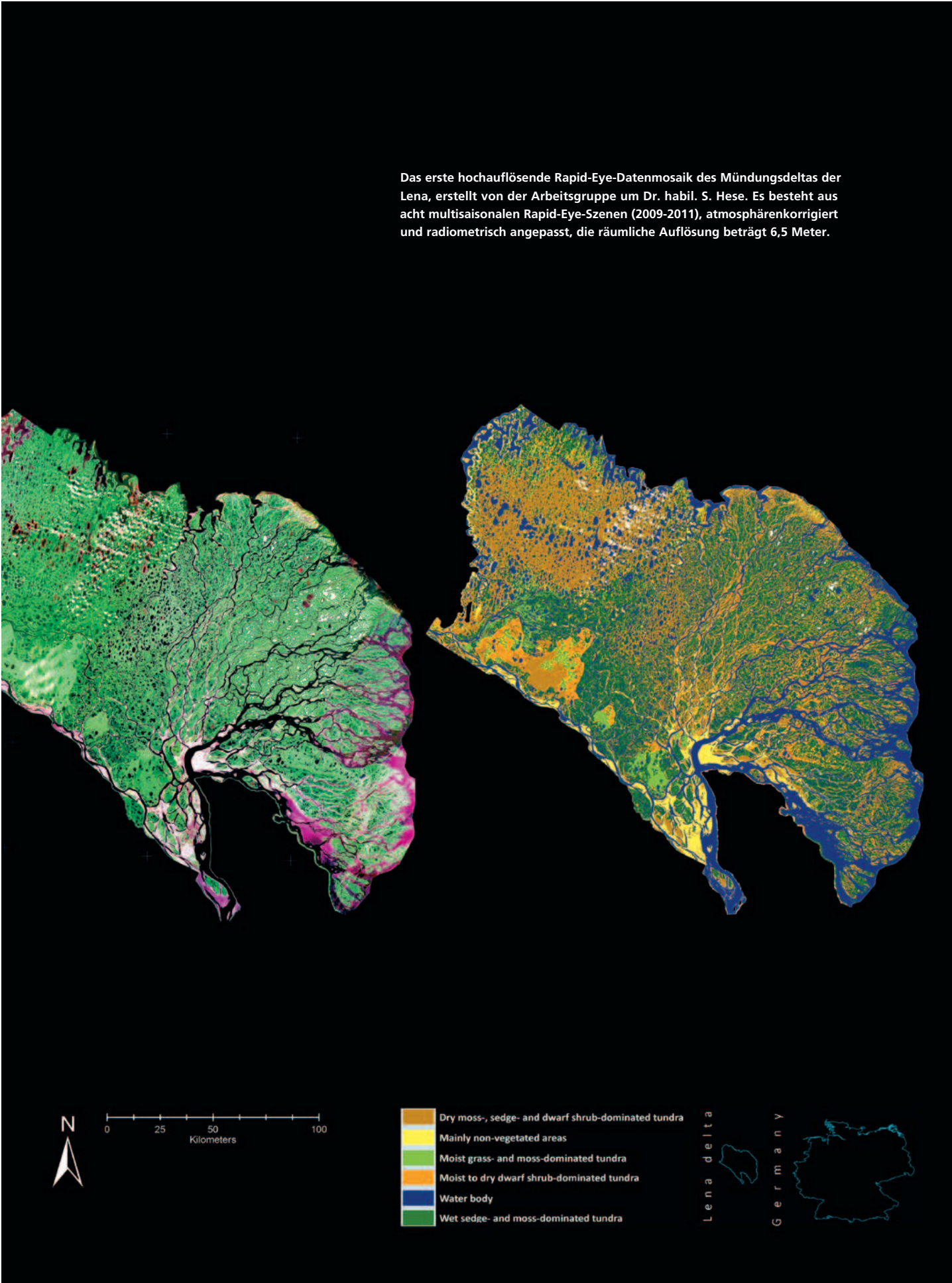
Und wie kommt man von den Daten zum Bild?

Die Landbedeckungsklassifikation des Lena-Mündungsdeltas nutzt zur Bildanalyse einen objektbasierten Ansatz und erfasst die häufig vorkommenden Vegetationstypen. Im Lena-Delta können vor allem Gräser, Moose, Seggen und Zwergsträucher beobachtet werden. Zudem wird circa ein Drittel der Landbedeckung des Deltas durch Gewässerflächen repräsentiert.

Wie geht es mit der RapidEye AG weiter?

Die Datenlieferung im Rahmen des RESA-Projekts an die Wissenschaft soll auch weiterhin kontinuierlich fortgesetzt werden. Die RapidEye AG sieht die Erfolge dieses Projekts auch als Erfolg für sich, zeigen sie doch das hohe Potenzial dieser Daten. Insbesondere bei dem erwähnten Beispielprojekt, wurde zunächst viel diskutiert, ob die Qualität der zu erwartenden Daten ausreichend sein würde. Wir wurden alle eines Besseren belehrt und die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich das Arbeiten mit RapidEye-Daten lohnt. ●

Weitere Informationen:
www.ipf.tuwien.ac.at/permafrost/
<http://resaweb.dlr.de/>
www.DLR.de/cafi/



Und umgekehrt wird Strom daraus

Was ein Flugzeug kraftvoll nach vorne treibt, ist der Luftstrom, den seine Turbine erzeugt. Diesen Vorgang kennen Wissenschaftler im DLR bis ins Detail. Die Gesetze dabei gelten auch im umgekehrten Fall, wenn eine vorhandene Luftströmung ein Windkraftwerk antreibt, das effizient Strom erzeugen soll. DLR-Forscher werden ihr Know-how in Zukunft noch mehr für leistungsstärkere, leisere und leichtere Windkraftwerke einsetzen. Dabei werden die Wissenschaftler aus den Bereichen Luftfahrt, Energie und Materialforschung eng zusammenarbeiten.

DLR-Wissenschaftler kennen sich mit Turbinen aus. Nun forschen sie am Windkraftwerk der Zukunft.

Von Dorothee Bürkle

Stefan Levedag, Leiter des DLR-Instituts für Flugsystemtechnik:

„Die Windturbine der Zukunft ist nicht nur leistungsstärker, sie soll auch zuverlässiger sein, leichter zu fertigen und besser zu warten. Ein weiterer Schlüssel zu mehr Ertrag liegt in einer besseren Fehlerfrüherkennung und in der optimalen Steuerung der Windanlagen. Das DLR wird ganze Windenergieanlagen oder einzelne Komponenten an seinen Versuchseinrichtungen prüfen. Dabei arbeiten wir sowohl mit numerischen Simulationen als auch in europaweit einzigartigen Windkanälen.“

Cord-Christian Rossow, Leiter des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik in Braunschweig:

„Kenntnisse in Aerodynamik, Aeroelastik und Aeroakustik spielen für die Windenergietechnologie eine wichtige Rolle. Aus der Luftfahrt haben wir viel Erfahrung in diesen Bereichen. Im Rahmen des DLR-Projekts MERWIND, das sich mit multidisziplinären Entwurfgrundlagen für Rotoren von Windenergieanlagen befasst, werden wir institutsübergreifend Forschungsarbeiten zu neuartigen Rotorblättern aufnehmen, die mehr Strom produzieren und sich gleichzeitig leiser drehen.“

Ob an Land oder auf dem Meer, Windenergie hatte 2011 mit insgesamt 7,6 Prozent den größten Anteil an der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland. Bis 2030 soll die Windkraft sogar 30 Prozent des Stromverbrauchs decken. Auch weltweit zählen Windkraftanlagen zu den wichtigsten Technologien für eine nachhaltige Energieversorgung. Um diese Ziele zu erreichen, ist neben einer Ausweitung der Flächen für Windparks und einem Offshore-Ausbau auch eine deutliche Leistungssteigerung der Windenergieanlagen erforderlich. Gleichzeitig sollen sich die Windräder leiser drehen als bisher und die Kosten für die Herstellung und Wartung sollen sinken. Unternehmen der Branche, die sich auf einem internationalen Markt mit zunehmender harter Konkurrenz behaupten müssen, haben großes Interesse an neuen Entwicklungen. Das DLR kann für viele dieser Herausforderungen mit seinen Kompetenzen Antworten finden.

Leichter und größer: Windturbinen der Zukunft

Fachleute gehen davon aus, dass einzelne Windräder in Zukunft eine Leistung von bis zu 20 Megawatt und mehr haben werden. Würden Anlagenbauer eine Windturbine in der heutigen Bauweise so weit vergrößern, wäre ein einzelnes Rotorblatt mehr als 100 Meter lang und deutlich über 100 Tonnen schwer. Die Unternehmen der Branche wissen also, dass sie für diese Leistungsklasse vor Anforderungen stehen, die derzeitige Konstruktionen an ihre Grenzen bringen. Bauweisen und verwendete Materialien müssen daher an die neuen Anforderungen angepasst werden. Ein Rotorblatt in konventioneller Glasfaserbauweise beispielsweise würde nicht nur zu schwer, sondern wäre auch nicht mehr ausreichend steif, sodass die sich unter der Windlast biegenden Blätter den erforderlichen Mindestabstand zum Turm nicht mehr einhalten könnten. Im DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik entwickeln die Forscher Rotorblätter mit einem hohen Anteil an Carbonfasern (CFK), die fünfmal fester und steifer sind. Außerdem wollen sie die Rotorblätter in Zukunft durch intelligente Materialien und spezielle Sensorik so steuern, dass sie auch bei stärkeren Windböen nicht gedrosselt werden müssen. Zu dieser Thematik kann auch das DLR-Institut für Flugsystemtechnik beitragen.

Wie weht der Wind ums Windkraftwerk?

Kompetenzen für die Windenergienutzung im DLR kommen auch aus dem Bereich Fernerkundung. Im Institut für Physik der Atmosphäre arbeiten die Forscher mit Hilfe von Satellitendaten an noch präziseren Vorhersagen für die Windgeschwindigkeiten an den Standorten einzelner Anlagen oder Parks. Mit diesen Vorhersagen können Betreiber ihre Windräder optimal steuern und vor allem die Stromeinspeisung ins Netz genau vorhersagen. Mit optischen Abtastsystemen, sogenannten Lidar-Systemen, lassen sich außerdem die Windströmungen und ihre Wechselwirkung innerhalb ganzer Windparks erfassen. Windparks können so in Zukunft besser ausgelegt werden. ●

Beteiligte DLR-Institute:

Institut für Antriebstechnik

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Institut für Aeroelastik

Institut für Physik der Atmosphäre

Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung

Institut für Flugsystemtechnik

Weißes Gold voller Energie

Im Mittelalter war Salz das „weiße Gold“ der Menschheit. Heutzutage werden auf der ganzen Welt rund 200 Millionen Tonnen pro Jahr gewonnen und der Wert ist auf einen Cent-Betrag pro Kilogramm gefallen. Der günstige Preis ist ein Grund dafür, dass viele Forschungseinrichtungen und Unternehmen momentan am Einsatz von Salz in Solarkraftwerken arbeiten. Wie es sich als Speichermedium sicher und wirtschaftlich handhaben lässt, ist auch ein Thema im DLR.

Salz wird als Trägermedium in Solarkraftwerken immer interessanter

Von Alisa Wilken

Solarthermische Anlagen konzentrieren das Sonnenlicht auf einen Receiver. Mit der dort empfangenen Wärme wird eine Flüssigkeit erhitzt und zum Kraftwerk geleitet. Dort gibt sie dann die Wärme an einen Dampfkreislauf ab. Der Dampf treibt die Turbine an, die wiederum an einen Generator gekoppelt ist. Der Generator schließlich erzeugt den Strom. So das Prinzip.

Für den Transport der Wärmeenergie zum Kraftwerk kommt es auf das Medium an. Häufig wird ein spezielles Thermoölgemisch genutzt, das sich bis auf 400 Grad Celsius erhitzen lässt. Doch das Öl hat Nachteile. „Thermoöle altern. Sie zerfallen bei zu hohen Temperaturen und müssen ausgetauscht werden. Außerdem sind sie teuer und die Anlage muss unter Druck betrieben werden, damit das Öl nicht sofort verdampft“, erklärt Doerte Laing vom DLR-Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart. Salz dagegen ist günstig zu bekommen, nicht brennbar und die Anlage kann drucklos und somit sicherer betrieben werden. Außerdem lässt sich das Salz inzwischen schon auf Temperaturen bis zu 565 Grad erhitzen, was den Wirkungsgrad der solarthermischen Anlage deutlich steigert. Denn: Je höher die Temperatur im Kreislauf, desto höher der Stromertrag.

Die Parabolrinnenkraftwerke Andasol 1 und 2 in Spanien, entwickelt von Solar Millennium; das Tochterunternehmen Flagsol lieferte die Technologie. Solarforscher arbeiten indessen an einer noch effizienteren Wärmeübertragung. Das DLR geht der Frage nach, inwiefern sich flüssiges Salz nicht nur als Speicher-, sondern auch als Übertragungsmedium nutzen lässt.

Für lange Wege muss der Erstarrungspunkt niedrig sein

Doch gerade in der Temperatur liegt auch die Schwachstelle des Salzes: Fällt diese unter 220 Grad Celsius, erstarrt es. Dann kann es die Anlage beschädigen. Um das zu vermeiden, muss das Salz immer in Bewegung gehalten werden. Dazu wird eine Reserveheizung benötigt, die das Salz stets auf Temperatur hält. Alternativ kann man das flüssige Salz ablassen, sobald die Anlage nicht mehr in Betrieb ist. Doch das funktioniert nur für Solarsysteme mit kurzen Wegen, wie zum Beispiel bei einem Solarturm. Denn bei einem Solarturmkraftwerk werden mehrere flache Spiegel, sogenannte Heliostate, auf einen Turm ausgerichtet. Der Receiver nimmt die gebündelte Strahlung auf und überträgt die Wärme an das Trägermedium, das direkt in das angrenzende Kraftwerk geleitet wird. Bei einer Parabolrinnenanlage hingegen reflektieren halbrunde Spiegel das Sonnenlicht auf ein Receiverrohr, durch welches das Wärmeträgermedium fließt. Eine solche Anlage besteht aus tausenden Spiegeln und der Wärmeträger legt einen deutlich längeren Weg bis zum Kraftwerk zurück. Damit auch in diesem System Salz eingesetzt werden kann, muss der Erstarrungspunkt von Salz herabgesetzt werden.



Für jeden Solarkraftwerksbau von großer Bedeutung ist die Frage, mit welchem Medium die empfangene Wärme am besten zum Kraftwerk geleitet wird. Die Herausforderung dabei: Der Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht. Für flüssiges Salz als Wärmeüberträger darf die Temperatur auf keinen Fall so weit sinken, dass es erstarrt.

„Es wurden schon Salze mit Schmelzpunkten um die 80 Grad präsentiert“, weiß Nils Gathmann von der Flagsol GmbH, die neue Technologien für Solarkraftwerke entwickeln. Das senke zwar das Risiko, dass das Salz erstarrt, ganz vermeiden lasse es sich jedoch nicht. Außerdem sind solche Salze oft auch teuer und nicht mehr so temperaturstabil. Noch gibt es keine wirkliche Lösung für dieses Problem. Man brauche ein Salz, das erst bei 20 Grad erstarre, so Nils Gathmann.

An diesem Problem wird in mehreren Einrichtungen und Unternehmen geforscht. So begannen Siemens und das DLR zusammen mit den Unternehmen K+S, Senior Flexonics GmbH und Steinmüller Engineering 2011 den Bau einer Pilotanlage zum Testen von Salz in Parabolrinnenkraftwerken. In ihr sollen unterschiedliche Salze auf ihr Potenzial hin untersucht werden. „Die Salze, die momentan eingesetzt werden, sind vor allem Nitratsalze. Meistens ist es eine Mischung aus Natrium- und Kalium-Nitrat“, erläutert die DLR-Wissenschaftlerin Doerte Laing. Das Salz sei im Grunde ähnlich wie Kochsalz. Ist es jedoch flüssig, wird es durchsichtig wie Wasser.

Das erste kommerzielle Kraftwerk, das mit Flüssigsalz betrieben wird, ist Gemasolar, ein Turmkraftwerk, das Ende 2010 in Südspanien fertiggestellt wurde. Gemasolar nutzt das Salz nicht nur als Wärmeträger, sondern auch als Wärmespeicher. Denn Solaranlagen haben einen großen Nachteil: Sobald die Sonne weg ist, können sie keinen Strom mehr produzieren. Nachts müssen daher andere Kraftwerksarten die komplette Last der Solaranlagen übernehmen. Die Solarthermie-Kraftwerke bieten jedoch die Möglichkeit, einen Teil der Sonnenenergie tagsüber in Wärmespeichern quasi zwischenzulagern und damit auch nach Sonnenuntergang weiter Strom zu erzeugen.

Gewaltige Tanks speichern das heiße Salz über Nacht

„Salz als Wärmespeicher ist in Europa bereits Stand der Technik. Inzwischen gibt es mindestens zehn kommerzielle Kraftwerke, die mit einem Salzspeicher ausgestattet sind“, sagt Nils Gathmann von Flagsol. Die kommerziell eingesetzten Speicher sind Zweitank-Flüssigsalzspeicher. Diese bestehen aus einem heißen und einem kalten Speichertank. In dem kalten Tank herrscht eine Temperatur von 280 Grad, sodass das Salz flüssig bleibt, der heiße Tank hat eine Temperatur von 390 Grad Celsius. Zum Beladen wird das Salz durch einen Wärmeübertrager vom kalten in den heißen Tank gepumpt. In dem Wärmeübertrager wird das Salz durch die Wärmeträgerflüssigkeit aus dem Solarfeld erhitzt. Beim Entladen wird der Prozess umgekehrt und das Salz gibt die Wärme wieder an die Wärmeträgerflüssigkeit ab. Die Flüssigsalztanks des Solarkraftwerks Andasol 1 sind 14 Meter hoch und haben einen Durchmesser von 36 Metern. Damit können sie 28.500 Tonnen Salz fassen. Das Unternehmen Solar Millennium AG gibt an, dass ein voller Speicher die Turbine noch siebeneinhalb Stunden nach Sonnenuntergang betreiben könne. Im Sommer sei so ein beinahe 24-stündiger Betrieb gewährleistet.

Neben dem Zweitank-Flüssigsalzspeicher gibt es noch ein weiteres Speicherprinzip, das mit Salz betrieben wird: den Latentwärmespeicher. Dieser Speicher nutzt die Energie des Phasenwechsels eines Salzes. Beim Beladen schmilzt die zugeführte Wärme das Salz, beim Entladen erstarrt das Salz wieder und die Wärme kann dem Speicher entzogen werden. Da der Phasenwechsel bei konstanter Temperatur erfolgt, kann hiermit viel Wärme pro Volumen bei sehr kleiner Temperaturänderung gespeichert werden. Die Schmelztemperatur ist abhängig von

der Salzmischung und kann an den Prozess angepasst werden. Der Latentwärmespeicher ist erforderlich, wenn im Solarfeld direkt der Dampf für das Kraftwerk erzeugt wird. „65 Prozent der Energie wird benötigt, bis alles verdampft ist“, erläutert Doerte Laing vom DLR. „Das Kraftwerk läuft bei 100 Bar. Bei diesem Druck verdampft das Wasser erst bei 311 Grad.“ So könne man bei konstanter Temperatur das Wasser verdampfen, während das Salz langsam erstarrt, so die Wissenschaftlerin.

Wenn, wie im Solarturm-Kraftwerk Gemasolar, Salz als Speicher- und als Trägermedium eingesetzt wird, kann das System deutlich effizienter und kostengünstiger gestaltet werden. Das Speichersystem und das Wärmeträgersystem können dann an einen einzigen Kreislauf angeschlossen werden, das zweite Wärmeträgermedium und der Wärmeübertrager fallen weg. „Ich gehe davon aus, dass Salz sich in Zukunft bei den Anlagen durchsetzen wird“, prognostiziert Nils Gathmann. „Salz lässt sich an vielen Stellen leichter handhaben als Thermoöle. Außerdem bringt es keine Umweltprobleme mit sich“, fügt er hinzu.

Gelingt es den Forschern, neben dem Einsatz in Wärmespeichern, das optimale Salz für den Einsatz als Trägermedium im kommerziellen Betrieb von Solarkraftwerken zu finden, steht einer Karriere des weißen Goldes in der Energietechnik nichts mehr im Wege. ●

Weitere Informationen:
<http://s.DLR.de/3njt>

Je länger die Wege der Wärmeübertragung, desto bedeutsamer sind die Eigenschaften des übertragenden Mediums. Um flüssiges Salz einsetzen zu können, muss dessen Erstarrungspunkt möglichst niedrig sein.



Thermische Speicher des Parabolrinnen-Kraftwerks Andasol 1 in den Bergen Südspaniens

Innovation ist Kopfsache

Interview zum DLR-Innovationssystem

Wissenschaftliche Grundlagen von Luft- und Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind im DLR ebenso ein Thema wie Anwendungen in der Wirtschaft und anderen gesellschaftlichen Bereichen. Der Leiter des DLR-Technologiemarketings, Dr. rer. nat. Rolf-Dieter Fischer, plädiert für mehr Innovationen. Im Interview erläutert er, warum er das für wichtig hält.

Wie sehen Sie das Verhältnis des DLR zu Unternehmen der Wirtschaft?

Mit den Kompetenzen in Luft- und Raumfahrt, Verkehr, Energie und Sicherheit besitzt das DLR eine breite Basis und wird seit Jahren als Innovationstreiber in einer Vielzahl von Märkten und Branchen wahrgenommen. Die „Hightech-Strategie 2020 für Deutschland“ der Bundesregierung, die unter anderem auf bessere Rahmenbedingungen für Innovationen aus ist, unterstützt unsere langjährigen Anstrengungen und verpflichtet uns zugleich, unsere Innovationsfähigkeit konsequent weiterzuentwickeln. Dass ein effektiver Transfer neuer Technologien aus der Forschung zur Entwicklung von wettbewerbsfähigen Produkten, Dienstleistungen und Verfahren immer wichtiger wird, ist unverkennbar. Im nationalen wie auch internationalen Wettbewerb zu bestehen, Arbeitsplätze und Wohlstand zu erhalten, gelingt nicht ohne Erneuerung. Deshalb wollen wir unsere Rolle als kompetenter Technologiegeber und Entwicklungspartner ausbauen.

Das DLR orientiert die Ausschöpfung seines Innovationspotenzials an den Bedürfnissen und Anforderungen von Wirtschaft und weiteren Kooperationspartnern. Es gilt hier, belastbare Brücken zu unseren Forschungsergebnissen und Technologien zu bauen. Deshalb pflegen wir Industriekooperationen und strategische Innovationspartnerschaften. Wir arbeiten in Cooperative Labs und wirken in Fachgremien und auf Austauschplattformen zwischen dem DLR und Vertretern aus Wirtschaft, Forschung und Politik mit.

Das DLR hat sich ein Rahmensystem für Innovationen geschaffen – mit welcher Intention?

Innovationen erfordern nicht nur Forschung auf höchstem Niveau, sondern auch eine klare Strukturierung der Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung bis zum marktfähigen Produkt. Das bedeutet für uns, die Möglichkeiten des Technologietransfers aus den DLR-Forschungsbereichen in andere Themen voll auszuschöpfen und das DLR als Innovationstreiber in Wirtschaft und Öffentlichkeit zu positionieren. Um unsere Innovationsfähigkeit weiterzuentwickeln und auszubauen, haben wir unsere Forschungs- und Innovationsprozesse miteinander verbunden. Für die Zukunftsausrichtung des DLR sind diese Synergieeffekte genauso wichtig wie strategisches Denken, Kreativität, Mut zu erforderlichen Entwicklungsrisiken, Verantwortungsbewusstsein und Zielorientierung. Genau diese Dinge sind notwendig, um unser hohes Innovationspotenzial zur Anwendung zu bringen.

Wie funktioniert das DLR-Innovationssystem?

Das DLR hat sich darin strategische Innovationsziele gesetzt und eine Innovationsstrategie und Leitlinien zu Kultur und Portfoliobildung formuliert. Diese Elemente stellen auf der Basis entsprechender Forschungskompetenzen die Grundlage einer hohen Innovationsleistung dar und sind die notwendigen Randbedingungen für ein gelebtes und damit erfolgreiches Innovationssystem. Konkret bedeutet das, unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu den Themen Ideenentwicklung und Innovation zu schulen, Entwicklungspartnerschaften „auf Augenhöhe“ mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft einzugehen sowie Innovationsprojekte zu initiieren. Nicht zuletzt wollen wir DLR-Technologien noch besser vermarkten, beispielsweise über Ausgründungen.

Welche Erwartungen haben Sie an die Wirkung der getroffenen Verabredungen für mehr Innovationen?

Das Thema Innovation wird im DLR deutlicher sichtbar und gewinnt an Verbindlichkeit. Die Innovationspolitik des DLR, die DLR-Leitlinien zur Innovationskultur und die DLR-Innovationsziele sind die gemeinsame Verabredung für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. So demonstrieren sie Potenzial und Nutzen ihrer Forschungsergebnisse und Technologien in wachsendem Ausmaß in Zukunftsprodukten am Wirtschaftsmarkt. Wir erwarten deshalb unter diesen attraktiven Randbedingungen ein stärkeres Engagement für neue Ideen, die in Projekte gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft führen. Innovation ist zu allererst Kopfsache. ●



Dr. rer. nat. Rolf-Dieter Fischer

Vom Weltraum auf die Erde

„Als kleines hochspezialisiertes Unternehmen im Bereich der Spurenfeuchtemessungen haben wir in enger Kooperation mit dem DLR-Institut für Planetenforschung den planaren coulometrischen Sensor auf breiter Basis systematisch untersucht, getestet und weiterentwickelt. Es ist ein Prototyp mit herausragenden Eigenschaften entstanden, der als serienreifes Produkt neue Marktsegmente erschließen wird.“

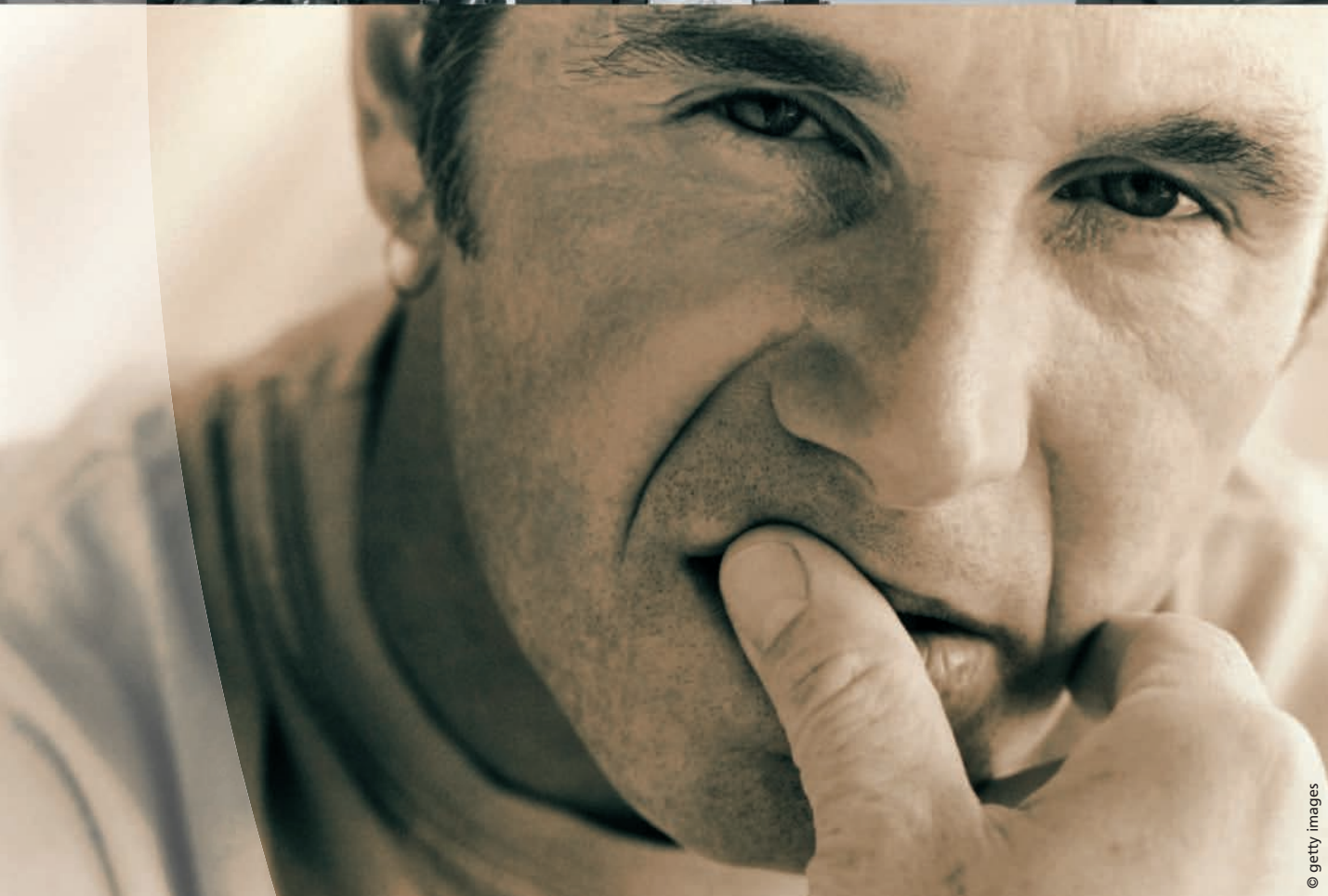
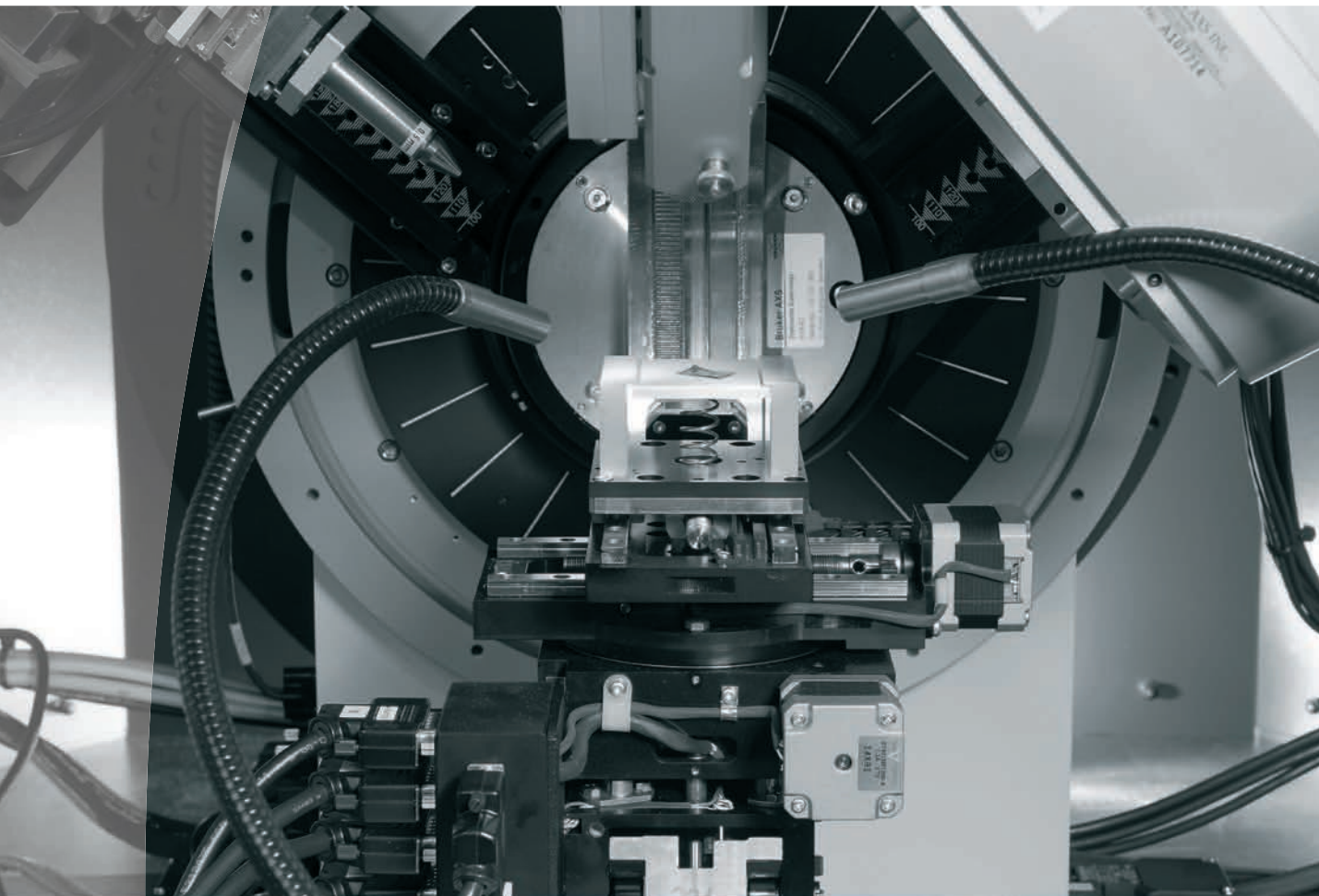
Dr. R. Wernecke, Geschäftsführer der dr. wernecke Feuchtemesstechnik GmbH

„Die direkte Zusammenarbeit mit Industriepartnern in der Umsetzung der Forschungsergebnisse aus dem MiniHUM-Projekt in ein neues Produkt ist eine herausfordernde Aufgabe. Ein wesentlicher Aspekt ist die ganzheitliche Betrachtung von Marktanforderungen, Schutzrechten und Standardisierung/Normung.“

Dr. A. Lorek, Projektleiter, Institut für Planetenforschung des DLR



Das Messgerät HUMITRACE erfasst auch kleinste Spuren von Feuchte und wurde vom DLR ursprünglich für die Erkundung der Marsoberfläche weiterentwickelt





Start von Gleis neundreiviertel

Es ist wie auf dem „Gleis neundreiviertel“ in Joanne K. Rowlings Romanzyklus. Nur dass von dem geheimnisvollen „Bahnsteig“ am Rande des tropischen südamerikanischen Regenwalds nicht der Zauberlehrling Harry Potter mit dem „Hogwards Express“ seine imaginäre Reise beginnt, sondern Europas Raumfahrtnationen ihre Raketen ins All starten. Hier, in Französisch-Guyana, neun Flugstunden von Paris entfernt, beginnen unter anderem die Galileo-Satelliten, mit denen Europa ein eigenständiges Satellitennavigationssystem aufbaut, ihre Reise in den Orbit. Und auch Europas Raumtransporter ATV (Automated Transfer Vehicle) versorgt von hier aus die Internationale Raumstation ISS mit Fracht und Treibstoff. DLR-Raumfahrt-Redakteurin Elisabeth Mittelbach konnte sich an diesem spektakulären Ort umschaun.

Der Weltraumbahnhof in Kourou ist Europas faszinierendes Tor zum All – und erinnert an einen Fantasyroman

Von Elisabeth Mittelbach

32 Grad im Schatten und eine Luftfeuchtigkeit von 85 Prozent. Dichter Dschungel und sumpfiger Mangrovenwald. Moskitos. Brasilianische Einwanderer, die nach Gold suchen. Französische Fremdenlegionäre. Vor der Küste, 15 Kilometer vom Festland entfernt, drei kleine Inseln im Atlantik, von 1852 bis 1951 von Frankreich als Strafkolonie genutzt. Und mittendrin einige hundert Europäer, die überwiegend für das „Centre Spatial Guyanais“ (CSG), den europäischen Weltraumbahnhof in Kourou, arbeiten.



Auf kilometerlangen Gleisen werden die von Kourou aus startenden Raketen und ihre Nutzlast transportiert

Keine Frage: Europa kannte ich bislang anders. Doch Französisch-Guyana gehört tatsächlich zu Europa. Das Übersee-Département ist fast so groß wie Österreich und grenzt an Surinam, den Atlantik und Brasilien. Christoph Kolumbus ging hier im Jahr 1498 vor Anker. Heute wird im kleinsten Landstrich Südamerikas in Euro gezahlt und französisch gesprochen. Es gibt Baguette, Croissants und französische Marmelade – siebentausend Kilometer von Paris entfernt.

Die geografische Lage macht das riesige Areal nahe der Kleinstadt Kourou zu einem idealen Ort für einen Raketenstartplatz. Bis zum Äquator sind es rund 500 Kilometer. Die Raketen, die von hier aus ins All starten, werden deshalb zusätzlich durch die Erdrotation beschleunigt. Sie können also schwerere Nutzlasten mit der gleichen Menge Treibstoff in die Erdumlaufbahn befördern, wie es von den anderen, äquatorferneren Startplätzen, beispielsweise Cape Canaveral oder Baikonur, möglich ist. Zudem starten die Raketen nach Osten beziehungsweise Norden über unbewohntem Gebiet direkt Richtung offenes Meer. Die Satelliten erreichen so die wichtigsten Umlaufbahnen, den geostationären Transferorbit und die sonnensynchrone Umlaufbahn.

Entlang der „Route de l'Espace“, der Straße des Alls, reihen sich auf dem Gelände des europäischen Weltraumbahnhofs auf 50 Kilometern drei gigantische Startkomplexe aneinander: für die europäische Trägerrakete Ariane 5, die russische Sojus-Rakete und die neue europäische Vega-Rakete, die kleinere Lasten in den Weltraum befördert. Vor allem Satelliten, aber auch der eu-

© ESA/CNES/Arianespace, photos S.Covaja, Service Optique CSG



Ansichten des europäischen Weltraumbahnhofs in Kourou (von links): Transport der ersten Sojus-Rakete in ihren Startkomplex, Luftaufnahme der Sojus-Rakete, die am 21. Oktober 2011 die ersten beiden Galileo-Satelliten in ihre Umlaufbahn brachte, und eine Ariane-5-Rakete (ganz rechts) beim Start



© ESA/CNES/Arianespace, photos S.Covaja, Service Optique CSG



© ESA/CNES/Arianespace, photos S.Covaja, Service Optique CSG

ropäische Raumtransporter ATV (Automated Transfer Vehicle), der Fracht und Treibstoff zur Internationalen Raumstation ISS bringt, beginnen hier von rund 50 Meter hohen Starttürmen ihre Reise in den Orbit (lesen Sie dazu auch das Interview im Anschluss an diese Reportage). Hier schlägt das Herz des Weltraumbahnhofs. In gebührendem Sicherheitsabstand wurden Hallen und Gebäude errichtet: In ihnen prüfen Spezialisten die Einzelteile der unterschiedlichen Raketensysteme und bauen sie zusammen, bevor die Nutzlast integriert, die Triebwerke betankt und die Raketen auf Schienen zu ihren Startplätzen gerollt werden. Auch die „Booster“, die beim Start für zusätzlichen Schub sorgen, werden direkt vor Ort aufgebaut und mit Treibstoff gefüllt.

Insgesamt ist der Weltraumbahnhof so groß wie New York. Zwölf Kilometer von der Ariane-5-Startrampe entfernt befindet sich der Eingang. Hier hat auch die europäische Weltraumorganisation ESA eine Außenstelle – inklusive eines beschaulichen Raumfahrtmuseums und des Jupiter-Kontrollraums. Von diesem Kontrollraum aus wird jeder Ariane-Start genau mitverfolgt und kontrolliert. Stimmt das Wetter? Funktioniert die Technik? Sind die Sicherheitsanforderungen erfüllt? Leuchten alle Kontrolllampen grün und kann der Start-Countdown beginnen? Die Rakete wird so lange überwacht, bis der Satellit an Bord sicher in seine Umlaufbahn gebracht ist und das jeweilige Raumfahrtkontrollzentrum die Steuerung übernimmt.

Strahlend weiße Modelle der Ariane 5, von Sojus und Vega stehen vor der Fensterfront, die den Zuschauerraum vom eigentlichen Kontrollraum trennt. Sie vermitteln auch einen Eindruck von den Größenverhältnissen. Die Ariane 5 transportiert die schweren Lasten. Für einen ATV-Flug kann sie zum Beispiel bis zu 20 Tonnen in rund 400 Kilometer Höhe zur Internationalen Raumstation befördern. Für Satellitenflüge lässt sie sich so konfigurieren, dass sie Nutzlasten von bis zu zehn Tonnen in einen viel weiter entfernt gelegenen geostationären Transferorbit bringen kann. Von hier aus erreicht der Satellit dann seine vorgesehene Position in 36.000 Kilometer Höhe.

Erstflug einer Ariane-Rakete im Jahr 1979

Draußen sticht die Sonne vom Himmel. Die Tropenhitze legt sich wie Blei auf Kopf und Glieder. Klarer denken lässt es sich in den klimatisierten Hallen und Bürogebäuden. Hier treffe ich Thomas Ruwwe. Ruwwe arbeitet normalerweise in der Abteilung für Trägersysteme des DLR-Raumfahrtmanagements in Bonn und ist gerade auf einer Dienstreise in Kourou. Er kennt den Weltraumbahnhof wie seine Westentasche. „Die Ariane 5 ist die größte Rakete, die von Kourou aus startet. Die neueste Version besteht aus über 160 einzelnen Bauteilen, die von mehr als 350 europäischen Firmen angefertigt werden“, sprudelt es aus dem Ingenieur heraus. Ohne mit der Wimper zu zucken, übersetzt er spielend jede französische Abkürzung, von denen es im „CSG“, dem Centre Spatial Guyanais, nur so wimmelt: ELA, MIK, BIL, BIF und BAP – so lauten die Kürzel für die verschiedenen Montagegebäude, Integrationshallen und Startrampen.

Nach dem Erstflug einer Ariane Weihnachten 1979 hat sich die Trägerrakete in den vergangenen 30 Jahren als Europas zuverlässigstes „Taxi“ ins All etabliert: „Die Ariane 4 startete zwischen 1988 und 2003 insgesamt 119 Mal, davon 116 Mal erfolgreich. Seit 1996 ist die Ariane 5 im Einsatz und bislang 60 Mal gestartet“, zählt Ruwwe zusammen. Für 2012 sind derzeit sieben Ariane-, drei Sojus- und ein Vega-Start vorgesehen. „Von Kourou aus kann auch die Sojus-Rakete wegen der Äquatornähe schwerere Nutzlasten ins All transportieren“, erklärt der Experte. Die ESA könne so kommerziellen Kunden eine Alternative zur Ariane 5 für mittelschwere Nutzlasten anbieten.

Thomas Ruwwe reist regelmäßig nach Kourou, um sich vor Ort über den Ausbau und die Missionen am Weltraumbahnhof zu informieren und mit Mitarbeitern hier ansässiger Firmen sowie der ESA und der französischen Raumfahrtbehörde CNES (Centre National d'Études Spatiales) zu sprechen. „Deutschland beteiligt sich mit 18,5 Prozent an den Fixkosten des CSG und trägt 22

Das Centre Spatial Guyanais

1964: Gründung des französischen Raumfahrtzentrums in Kourou, Start der Höhenforschungsrakete „Véronique“

5. November 1971: Einziger Start einer Europa-2-Rakete von der Startrampe ELE (l'Ensemble de Lancement Europa)

1975: Gründung der Europäischen Weltraumagentur ESA

1975-1978: Umbau der ELE-Startrampe für den Erststart einer Ariane 1 am 24. Dezember 1979

1979-1989: Insgesamt starten 28 Ariane-Raketen des Typs 1 bis 3 von der ELA-1 (l'Ensemble de Lancement Ariane)-Startrampe, darunter 3 Fehlstarts, danach Stilllegung der ELA-1-Startrampe

1988-2003: Bau der neuen Startrampe ELA-2 und Start von 119 Ariane-4-Raketen, davon 3 Fehlstarts, danach Stilllegung der ELA-2-Startrampe

Seit 2004 startet die neuentwickelte Ariane 5 von der neuen Startrampe ELA-3

Januar 2005: Beginn der Bauarbeiten für die Sojus-Startrampe (ELS, l'Ensemble de Lancement Soyouz), Erststart einer Sojus-Rakete am 21. Oktober 2011

Ende 2004: Beginn des Umbaus der stillgelegten Startrampe ELA-1 zum Startplatz für die Vega-Trägerrakete für leichte Nutzlasten





Auch das ist Französisch-Guyana: Die „Îles du Salut“ mit den Ruinen der ehemaligen Strafkolonie – das Foto zeigt Überreste des Friedhofs auf der „Île Saint Joseph“

Geschichte von Kourou

1498 entdeckte der spanische Seefahrer Christoph Kolumbus die Küste Guyanas. Rund hundert Jahre später siedelten sich dort europäische Auswanderer an – zunächst Niederländer und ab 1604 Franzosen und Engländer. Als Reparation des im Orangen-Krieg unterlegenen Portugals wurde dieses Gebiet 1801 an Frankreich abgetreten.

1946 wurde Französisch-Guyana französisches Übersee-Département mit eingeschränkter Selbstverwaltung. Bekannt wurde es für den „Archipel der Verdammten“, einer Strafkolonie auf den 15 Kilometer vor der Küste liegenden „Îles du Salut“. Bis zu 70.000 Menschen waren dort zwischen 1852 und 1951 inhaftiert. Viele Häftlinge überlebten die Verbannung nicht.



Der europäische Weltraumbahnhof befindet sich auf französischem Boden. Die Feuerwehr stammt aus Paris.



Der Raketenstartplatz umfasst eine Fläche so groß wie New York – Dschungel gehört auch dazu

	Mission:	Höhe:	Nutzlast:	Startgewicht:	
Ariane 5:	Ariane 5ES	ATV / ISS für schwere Nutzlasten bis ca. 20 Tonnen in ISS-Orbit (400 Kilometer),	50,5 Meter	bis zu 20 Tonnen	777 Tonnen
	Ariane 5 ECA	Doppelstarts kommerzieller Satelliten für den weit entfernten geostationären Orbit (36.000 Kilometer)	54,8 Meter	ca. 9,7 Tonnen (einfach)	780 Tonnen
Sojus:	ESA-Programm über die Sojus-Nutzung für europäische Missionen mit mittlerer Nutzlast als Ergänzung zur Ariane 5	47 Meter	2,7 – 3 Tonnen	311 Tonnen	
Vega:	europäische Trägerrakete für leichte Nutzlasten in den niedrigen „Low Earth Orbit“ (200 bis 1.200 Kilometer)	30 Meter	1,5 Tonnen	136 Tonnen	

Prozent der Ariane-Entwicklungskosten“, sagt er. „Deshalb ist es wichtig, die deutsche Systemführerschaft bei der Entwicklung der neuen Oberstufe zu konsolidieren, die Arbeitspakete für die deutsche Raumfahrtindustrie festzulegen, zu kontrollieren und ein Auge auf das Budget zu haben.“

Strenge Kontrolle des Ökosystems am Raketenstartplatz

Zu seinen Ansprechpartnern gehören auch die Mitarbeiter der Ariane-Betriebsgesellschaft „Arianespace“. Darunter Hans Zeller. Der Luft- und Raumfahrtingenieur aus Deutschland hat mehr als 30 Ariane-Starts in Kourou geleitet und ist heute Repräsentant für die ESA-Programm-Beziehungen bei Arianespace. „Mein erster Arbeitstag bei Arianespace war der 1. Oktober 1989 – zehn Tage später war ich schon in Guyana“, erinnert sich Zeller und lacht. Dann wird er wieder ernst: „Ein Raketenstart ist hochkomplex, die Vorbereitungen hier in Kourou laufen mit hochqualifizierten Teams und dauern mehrere Wochen. Meine längste Startkampagne lief über zweieinhalb Monate, ich bin im Oktober gekommen und zwei Tage vor Weihnachten wieder bei meiner Familie in Paris gewesen“, erzählt der gebürtige Bayer.

Die ESA hat das französische Raumfahrtzentrum seit 1975 zu ihrem Weltraumbahnhof ausgebaut, bezahlt rund Zweidrittel der jährlichen Betriebskosten und steuert die europäischen Weltraummissionen in Kourou. „Hausherr“ ist seit der Gründung des Centre Spatial Guyanais im Jahre 1964 allerdings immer noch die CNES. Sie „wacht“ über die gesamte Infrastruktur und pflegt engen Kontakt zur Bevölkerung. Der Weltraumbahnhof

gehört für die Menschen in und um Kourou zum Alltag. Dass es gelegentlich mächtig grollt, wenn eine Rakete startet, ist für sie nichts Ungewöhnliches mehr.

Spezialisten wie die CNES-Umweltingenieurin Ann-Margret Amui-Vedel nehmen trotzdem jeden Start genau unter die Lupe: „Wir untersuchen die Luft- und Wasserqualität, aber auch Vibrationen sowie Lärm und beobachten und dokumentieren die Entwicklung von Flora und Fauna auf dem Gelände des Weltraumbahnhofs“, erklärt die junge Frau, während sie mit einer Besuchergruppe durch die Savanne auf dem CSG-Gelände stapft. „Alle unsere Studien haben Umweltbelastungen ergeben, das ist bei jeder industriellen Nutzung so. Jedoch beschränken sich die Auswirkungen im Normalfall auf einen Kilometer um die Startzone herum“. Die Artenvielfalt und damit auch das Ökosystem im CSG seien intakt: „Wir haben hier rund 500 verschiedene Vogel- und mehrere hundert Baumarten sowie 20 bis 30 Fischarten“, berichtet Amui-Vedel. Es gebe Vögel, die in der Nähe von Blitzableitern auf dem Gelände hängende Nester bauen würden: „Doch selbst die kehren eine Stunde nach einem Raketenstart wieder zurück“, sagt die Umweltingenieurin. ●

Weitere Informationen unter:

www.esa.int
www.cnes-csg.fr
www.arianespace.com
www.guyane.pref.gouv.fr (französisch)
www.mairie.kourou.info/web (französisch)

Mit schwerer Fracht in Richtung Raumstation

Der dritte, bislang größte und schwerste Raumtransporter, benannt nach dem italienischen Physiker Edoardo Amaldi, soll am 23. März 2012 an Bord einer Ariane 5ES von Kourou aus zur Internationalen Raumstation ISS starten. Dipl.-Ing. Volker Schmid, Leiter der ISS-Fachgruppe beim DLR-Raumfahrtmanagement, geht im Kurzinterview mit Elisabeth Mittelbach auf die Mission ein.

Herr Schmid, welche Aufgabe hat „Edoardo Amaldi“?

Wie alle Transporter hat auch „Edoardo Amaldi“ die Aufgabe, die Astronauten auf der ISS mit Lebensmitteln, Trinkwasser und Atemluft zu versorgen und Treibstoff, Ersatzteile und Experimente zur Raumstation zu bringen. Allerdings ist die Fracht von ATV-3 etwas anders zusammengesetzt als die seines Vorgängers „Johannes Kepler“. Bei ATV-2 lag einer der Schwerpunkte der Mission darauf, die Bahn der ISS um 50 Kilometer anzuheben. ATV-3 „Edoardo Amaldi“ hingegen wird mehr Trockenfracht, wie Nahrung und Kleidung, an Bord haben. Insgesamt befördert das Raumschiff circa 6,6 Tonnen Fracht zur ISS, darunter allein 100 Kilogramm Luft und rund 285 Kilo Trinkwasser.

Volker Schmid ist beim DLR-Raumfahrtmanagement für den europäischen Raumtransporter ATV zuständig



Wie lange wird ATV-3 an der ISS bleiben?

Das Andocken ist für Anfang April 2012 geplant. Nach fünf Monaten an der ISS soll „Edoardo Amaldi“ dann wieder von der ISS abdocken. Der Wiedereintritt in die Erdatmosphäre, wo der dritte der insgesamt fünf europäischen Raumtransporter dann verglühen wird, ist für September 2012 vorgesehen.

Welche Rolle spielt Deutschland im ATV-Programm?

Das ATV ist ein europäisches Gemeinschaftsprojekt der ESA. Am DLR-Standort in Lampoldshausen wurden die in Deutschland hergestellten, wiederzündbaren Oberstufentriebwerke der Ariane 5, die für die ATV-Missionen notwendig sind, getestet. Über das DLR in Oberpfaffenhofen läuft die Kommunikation für die am ATV-Betrieb beteiligten Kontrollzentren in Toulouse, Moskau, Houston und Redu in Belgien. Insgesamt liefern etwa 40 Unternehmen aus zehn europäischen Staaten, aus Russland und aus den USA Bauteile und Komponenten. Deutsche Firmen haben an der Produktion einen Anteil von insgesamt rund 48 Prozent. Für die programmatische Steuerung und die Vertretung der deutschen Interessen im ISS-Programm der ESA ist das DLR-Raumfahrtmanagement zuständig.

Paarlauf mit Tango und Mango

Fünf Monate lang steuerte ein Team im GSOC, dem German Space Operations Center, die schwedischen Satelliten Tango und Mango. Eine interessante, aber auch sehr schwierige Mission, sagt Projektleiter Ralf Faller im Rückblick. Interessant, weil sich bei dieser Mission zwei Satelliten zum Greifen nah kamen. Und schwierig, weil die schwedische Mission ursprünglich nicht dafür konzipiert war, dass einmal ein anderes Team die Kontrolle über die beiden Satelliten Tango und Mango übernehmen würde. Dennoch: In den fünf Monaten, in denen das GSOC für PRISMA verantwortlich war, führten die DLR-Ingenieure die Experimente mit den beiden Satelliten erfolgreich durch und übergaben die Mission anschließend wieder an die schwedischen Betreiber.

Rückblick auf die schwedische Satellitenmission PRISMA

Von Manuela Braun

Normalerweise beträgt die Vorbereitungszeit für eine Satellitenmission bis zu drei Jahre. Normalerweise. Bei der schwedischen Satellitenmission PRISMA war jedoch kaum etwas so, wie es normalerweise ist. „Zwischen dem tatsächlichen Beschluss, die Mission zu übernehmen, und der eigentlichen Mission lagen gerade einmal 14 Monate“, erinnert sich Projektleiter Ralf Faller. „Das ist extrem knapp.“ Ein finanzieller Engpass bei Swedish Space Corporation (SSC) ließ jedoch kaum eine Wahl: Die Schweden konnten mit ihrem Budget zwar noch den Start der Satelliten stemmen, für den eigentlichen Betrieb allerdings reichte das Geld nicht mehr. Ohne die Unterstützung des GSOC wären die Mission und damit ihre Experimente gefährdet gewesen – und so verhandelten die beiden Partner bereits ab Oktober 2009, wie eine solche internationale Konstruktion funktionieren könnte. Selbst zu diesem Zeitpunkt wäre die Planungsphase denkbar kurzfristig gewesen: Damals gingen alle Beteiligten noch davon aus, dass Tango und Mango bereits sechs Monate später, im März 2010, ins All starten sollten.

Allerdings: Ein weiteres Problem, mit dem man nicht gerechnet hatte, tauchte auf. „Bei einem ersten Treffen in Stockholm kamen bei uns schnell erste Bedenken auf, ob das wirklich eine einfache Kooperation wird“, erinnert sich Dr. Martin Wickler, verantwortlich für die Erdbeobachtungs- und Technologiemissionen im GSOC. Allen war bewusst geworden, wie schwer es dem schwedischen Team fiel, ihre Mission in fremde Hände zu geben. DLR-Projektleiter Ralf Faller zuckt verständnisvoll mit den Schultern: „Naja, ich kann das verstehen – wenn man eine Mission von Anfang an geplant und begleitet hat, hat man auch viel Herzblut hineingesteckt. Das geht uns nicht anders bei unseren Missionen.“ Neben den Vorbereitungen für eine Übernahme der Mission musste also auch das beim Umgang mit den schwedischen Kollegen berücksichtigt werden.

Diskussionen über Diskussionen

Die beiden Satelliten flogen nach ihrem Start am 15. Juni 2010 dann schon im Formationsflug um die Erde, als auf dem Boden noch immer diskutiert wurde, wie und wo die schwedisch-deutsche Kooperation ablaufen sollte. Ab Mai 2010 hatte zwar Einigkeit darüber bestanden, dass das GSOC grundsätzlich zur Unterstützung bereit war, der Umfang dieser Hilfe war aber nicht genau geklärt worden. Das Raumfahrtmanagement des DLR sprang ein und bot über Mittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie finanzielle Unterstützung an – wenn denn ein bedeutender Anteil der Aufgaben am DLR in Oberpfaffenhofen stattfinden würde. „Die Mission hatte einen großen Reiz für uns: Die beiden Satelliten sollten in unterschiedlichen Formationen fliegen, sich aneinander annähern, sich auf

Greifweite treffen – das war ein gutes Training für zukünftige Missionen wie DEOS, bei denen man zum Beispiel einen defekten Satelliten anfliegt und greift“, erläutert Faller das Interesse des GSOC am Gelingen der schwedischen Mission. Wäre sie gescheitert, hätten diese wichtigen Experimente des DLR nicht durchgeführt werden können.

Noch während verhandelt wurde, liefen im deutschen PRISMA-Basisteam deshalb schon die Vorbereitungen an. „PRISMA war ja nie dafür vorgesehen, dass ein anderes Team die Kontrolle der Satelliten übernehmen würde“, sagt Faller. Als die Mission mit Tango und Mango ursprünglich geplant wurde, sollte das schwedische Team, das die Satelliten gebaut hatte, diese auch steuern. Handbücher? Vollständige Dokumentationen zu den Satelliten? Fehlanzeige. „Die mussten wir uns zum Teil selbst erstellen“. Bereits seit August 2010 pendelten DLR-Mitarbeiter zwischen Oberpfaffenhofen und Solna bei Stockholm, trainierten schon vor dem Satellitenstart bei Simulationen mit und stiegen in den ersten Monaten nach dem Start in den Schichtbetrieb der Schweden ein.

Der Teufel im Detail

Bevor Tango und Mango am 14. März 2011 dann tatsächlich für fünf Monate in die Hände des GSOC gegeben wurden, standen noch etliche Probleme an, die unter Hochdruck gelöst werden mussten. „Da steckte der Teufel ganz oft im Detail“, erinnert sich Projektleiter Faller. Das schwedische Telemetrie- und Kommandosystem musste in den Kontrollraum des DLR integriert werden. „Und das ist definitiv nicht so, als ob man ein neues Programm auf seinen Computer lädt.“ Faller erzählt das mit einem Lachen in der Stimme. „Unsere Systeme im GSOC sind mit Firewalls stark abgeschirmt.“ Die Schweden hatten zudem für den Kontakt zu den beiden Satelliten lediglich eine Bodenstation in Kiruna vorgesehen – und bei dieser drohten Verzögerungen bei der Datenübertragung ins deutsche Kontrollzentrum. So musste für diese Aufgabe zum Teil eine separate Leitung mit entsprechender Bandbreite gemietet werden. Für die Flugbetriebsingenieure und Wissenschaftler wurden acht zusätzliche Konsolen-Arbeitsplätze in Oberpfaffenhofen installiert. „Man richtet zwar viele Elemente ein, die es schon durch andere Missionen gibt, aber alles muss neu getestet werden – der sichere Ablauf der Mission muss ja gewährleistet sein.“ Tests, Abnahmen, das Team führte alles unter großem Zeitdruck – und dennoch mit der erforderlichen Präzision – durch.

Schließlich, am Nachmittag des 14. März 2011, fanden die Vorbereitungsarbeiten ein Ende, und die deutsche Betriebsphase der Mission PRISMA startete im DLR-Kontrollraum – die

© SSC Swedish Space Corporation

Satellit Tango, aufgenommen vom Partnersatelliten Mango, aus einer Entfernung von 20 Metern

ersten Kommandos wurden aus Oberpfaffenhofen an Tango und Mango im All geschickt. Zuvor hatte man bereits erste Testkommandos an die Satelliten gesendet, um ganz sicherzugehen, dass nach der Übergabe alles reibungslos funktionieren würde. „Bei den letzten Kommandos der Schweden haben wir den Kollegen noch ein letztes Mal über die Schulter geblickt, und dann ging es nahtlos bei uns am GSOC weiter“, erinnert sich Fallner an den Moment, in dem die beiden Satelliten nach einer langen Zeit von Verhandlungen und einer kurzen Zeit der Vorbereitung in die Verantwortung des DLR wechselten. Ein kniffliger Zeitpunkt, der ganz genau geplant werden musste. Welche Daten der Satelliten muss das übernehmende Kontrollzentrum kennen? Wer bucht die Bodenstationen für die letzte Passage vor der Übergabe? Jede Verantwortlichkeit muss exakt festgelegt werden.

Schon zwei Tage nach dem „Handover“ starteten die Experimente. In den ersten Wochen bedeutete das für das Team von PRISMA im GSOC noch Nacharbeit: „Man muss die Satelliten halt fliegen, wenn sie da sind“ – und die Verbindung ins Weltall konnte zunächst lediglich über Kiruna erfolgen. Schließlich wurden im April 2011 zusätzlich die DLR-Bodenstationen des GSOC in Weilheim und des Deutschen Fernerkundungsdaten-zentrums in Inuvik eingebunden. Ein großer Aufwand, aber mit einem entscheidenden Vorteil verbunden: „Damit war dann auch tagsüber Kontakt zu den beiden Satelliten möglich“ – und die Nachtschichten hatten ein Ende. Bis zu sieben Mal am Tag konnten Tango und Mango nun zu normalen Bürozeiten mit Kommandos versorgt und bei ihrem Flug durch das Weltall gesteuert werden.



Tango im Blick der Kamera

Dass Hauptsatellit Mango bei seinem Flug eine Kamera an Bord hatte, ermöglichte den Flugbetriebsingenieuren ein besonders spannendes Experiment: Sie ließen Mango über mehrere Tage hinweg an den zweiten, kleineren Satelliten Tango aus einer Entfernung von über 55 Kilometern bis auf vier Kilometer heranfliegen – und dies ausschließlich mit den Informationen, die ihnen die Kamerabilder lieferten. Für Laien sieht der fliegende Satellit mit der blauen Erdkugel im Hintergrund einfach nur schön aus – Experten können mit diesen Aufnahmen aber die Position des Satelliten berechnen. „Annäherung an ein nichtkooperatives Objekt“, nennt das Benjamin Schlepp, der an Planung und Durchführung der Experimente maßgeblich beteiligt war. Denn Tango sendete für dieses Experiment keine GPS-Daten und konnte auch nicht aktiv gesteuert werden. Um bei diesem Flug auf Sicht die gewünschte Formation zu fliegen, machten die Experten täglich aktuelle Kamera-Aufnahmen, luden diese herunter, berechneten die Positionen der Satelliten und schickten neue Manöver-Kommandos. Keine einfache Aufgabe. „Mal ist schnelles, mal langsames Driften angesagt und immer ist eine sichere Formation gewährleistet – wir mussten bei der Annäherung sehr vorsichtig sein“, erläutert Schlepp. Das Verfahren dazu ist noch nicht komplett entwickelt. „Wenn wir später einmal mit einem Satelliten dicht an einen anderen, defekten Satelliten ohne GPS heranfliegen wollen, müssen wir das jetzt schon trainieren.“

Erfahrungen aus der TanDEM-X-Mission, bei der zwei Satelliten im ausgeklügelten Formationsflug die Erde aus 514 Kilometer Höhe vermessen, waren bei einem weiteren DLR-Experiment hilfreich. 19 Tage lang beobachteten die Wissenschaftler, wie an Bord der Satelliten autonom die notwendigen Manöver berechnet wurden, um eine Vielzahl an verschiedenen Formationen mit unterschiedlichen Entfernungen automatisch zu durchfliegen. „Zuvor hatten wir dieses Experiment sehr oft am Boden simuliert und getestet“, sagt Schlepp. Nun mussten die Ingenieure am Boden nur noch ein wachsames Auge auf die Satelliten haben, um eine mögliche Kollision zu verhindern. „Es ist aber alles sehr gut abgelaufen: Die Satelliten sind stabil geflogen, wir wissen jetzt, dass ein autonomer Flug funktioniert, während am Boden in Echtzeit die Daten kontrolliert werden.“

Mission der besonderen Art

Nach fünf Monaten, am 28. August 2011, endete dann der Einsatz des GSOC. Was im März für die Übernahme erfolgt war, stand nun ein weiteres Mal auf dem Dienstplan, um die Mission PRISMA wieder an die schwedischen Betreiber zu übergeben. Schon einen Tag später wurden aus Solna wieder die ersten Experimente geflogen. Eine Mission mit vielen Haken, Problemen und Widrigkeiten war erfolgreich durchgeführt worden. „Eigentlich war Tango, der Zielsatellit, nur für eine einjährige Betriebszeit ausgelegt“, sagt Dr. Martin Wickler vom GSOC. „Wir konnten aber zwei voll funktionstüchtige Satelliten an die Schweden zurückgeben.“ – Ein erfolgreicher Abschluss für eine Mission, bei der fast alles anders war als gewöhnlich. ●

Weitere Informationen

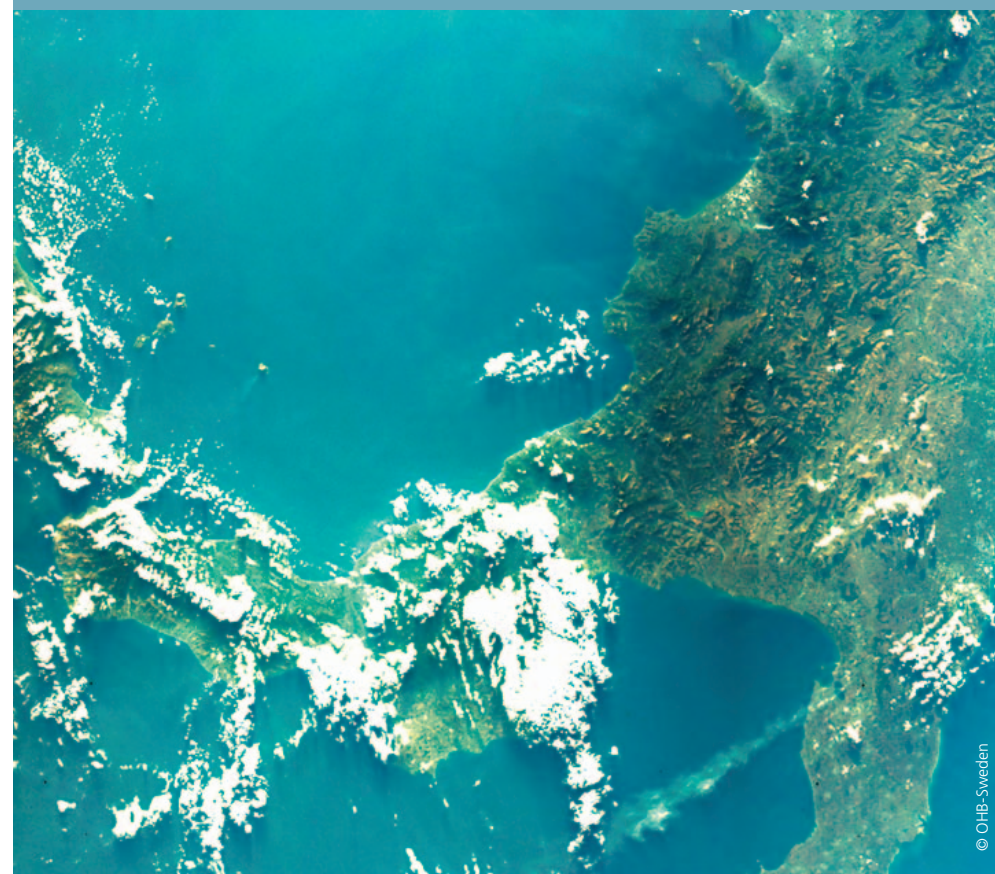
<http://s.DLR.de/312s>
<http://s.DLR.de/3s28>
www.DLR.de/RB

Hauptsatellit Mango war aktiv steuerbar und konnte seinen Partnersatelliten Tango per Kamera beobachten



Die Satellitendaten-Empfangsstation des DLR in Inuvik, Kanada: Das DLR nutzt die 2010 eingeweihte Bodenstation insbesondere zum Datenempfang für die deutsche Satellitenmission TanDEM-X. Der deutsch-schwedischen Mission PRISMA erleichterte die Station die Kommunikation mit dem Satellitenduo Mango und Tango.

Auch wenn die Kamera an Bord von Mango dazu diente, Tango im Blick zu behalten – der Blick auf die Erde ist auch nicht zu verachten



Ausgezeichnet für Informationssicherheit

ISO 27001-Zertifikat für die DLR-Einrichtung Raumflugbetrieb und Astronautentraining

Rückgrat jedweder Raumflugmission ist das sichere Managen der Informationen. Die dementsprechenden Anforderungen sind in der internationalen Norm ISO/IEC 27001 festgelegt. Nur wenige Unternehmen halten bisher das Zertifikat der Informationssicherheit ISO 27001. Im Jahr 2011 ist die DLR-Einrichtung Raumflugbetrieb und Astronautentraining (RB) zertifiziert worden. Zu ihr gehören neben dem Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrum mehrere Antennen-Stationen, die Mobile Raketenbasis Moraba, das Europäische Astronauten-Zentrum und weitere Einrichtungen. Mit der Zertifizierung kann die DLR-Einrichtung als weltweit einzige in der Branche der Kontrollzentren ein Sicherheitsniveau nachweisen, das der anspruchsvollen internationalen Norm entspricht.

Der ISO-27001-Standard betrifft die risikoorientierte Implementierung und Aufrechterhaltung eines sicheren Informationsmanagement-Systems (Information Security Management System, kurz ISMS) in Unternehmen und gilt daher als bewährtes Instrument zur Gewährleistung einer ganzheitlichen und effizienten Informationssicherheit. Neben der Einführung technischer Absicherungsmaßnahmen geht es dabei auch um organisatorische und personelle Maßnahmen.

Gegenstand der Zertifizierung ist das von der Einrichtung DLR-RB aufgebaute Informationsmanagement-System sowie die Umsetzung für den Betrieb von Erdbeobachtungssatelliten. Dazu gehören Server, Netze, Netzkomponenten und Arbeitsplatzsysteme in den Sicherheitsbereichen des Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrums (GSOC) der DLR-Einrichtung Raumflugbetrieb und Astronautentraining am Standort Oberpfaffenhofen und Weilheim und alle relevanten Unterstützungsprozesse.



Prof. Dr. Felix Huber, Direktor Raumflugbetrieb und Astronautentraining des DLR, nahm das ISO 27001-Zertifikat entgegen

Eine Handvoll Kosmosgeschichte

Mit DLR-Beteiligung bringt die NASA-Mission OSIRIS-REx (2019 bis 2023) Proben von einem erdnahen Asteroiden zur Erde

Von Ulrich Köhler und Dr. Harald Michaelis

Wissenschaftler neigen zuweilen zum Kryptischen: Der Mechaniker-Roboter R2-D2 aus der Kultfilmserie „Krieg der Sterne“ steht dafür als ironische Ikone. Nun wurde eine NASA-Raumsonde auf den Namen OSIRIS-REx getauft. Sie wird 2016 zu dem erst 1999 entdeckten erdnahen Asteroiden 1999 RQ₃₆ aufbrechen. Von dessen Untersuchung erwarten die Forscher Erkenntnisse über die Frühzeit des Sonnensystems. Kurz nach ihrer Ankunft im Oktober 2019 wird die Sonde eine kleine Probe von der Oberfläche des Asteroiden aufnehmen und 2023 zur Erde bringen.

Sechzig Gramm Staub, die vielleicht sogar Rückschlüsse auf die Ursprünge des Lebens gestatten. Denn in 1999 RQ₃₆ finden sich Reste jener rotierenden Scheibe aus Gas, Staub und kohlenstoffhaltigen, organischen Molekülen, in deren Zentrum vor über vier Milliarden Jahren die Sonne geboren wurde und die sie umkreisenden Planeten entstanden. Dabei blieben die Asteroiden und Kometen „übrig“. In ihnen findet sich also quasi verdichteter „Sternenstaub“ von noch älteren, explodierten „Sternleichen“ und Resten vergangener Galaxien.

1999 RQ₃₆ ist ein etwa 560 Meter großer, besonders dunkler, relativ leichter, aber sehr kohlenstoffreicher Vertreter der Familie der Apollo-Asteroiden. Und: Es ist ein erdbahnkreuzender Asteroid! Im Mittel bewegt sich 1999 RQ₃₆ in einer Entfernung von 169 Millionen Kilometer um die Sonne, das sind gerade mal 20 Millionen Kilometer mehr als die Erdbahn. Doch beide Umlaufbahnen kreuzen sich alle sechs Jahre. Deshalb

könnte es im Jahre 2182 mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit zu einer Kollision mit 1999 RQ₃₆ kommen – damit handelt es sich nach heutigem Kenntnisstand um den für die Erde potenziell gefährlichsten Körper.

Neben der Rückführung einer Probe des Asteroiden ist eine vollständige geologische, mineralogische und physikalische Charakterisierung der obersten Staubschicht, des Regoliths, von 1999 RQ₃₆ das primäre Ziel der Mission. Dazu gehört auch das Aufspüren möglicher Ressourcen für eine eventuelle astronautische Exploration von Asteroiden. Und schließlich sollen Messungen der Reflexionseigenschaften und deren Einfluss auf Rotation und Orbit Aussagen zur Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes von 1999 RQ₃₆ mit der Erde ermöglichen.

Die wissenschaftliche Leitung der Mission liegt bei der Universität von Arizona, durchgeführt wird sie vom Goddard Raumflugzentrum der NASA in Maryland. Für die Untersuchung des Asteroiden aus Entfernungen zwischen fünf Kilometern und nur 700 Metern kommen 505 Tage lang sechs Experimente zum Einsatz, in deren Verlauf auch die Probenahme stattfindet.

Das DLR ist mit fünf Wissenschaftlern aus dem Institut für Planetenforschung an OSIRIS-REx beteiligt: Teile der Elektronik der Sensoren und der Fokalebene des dreiteiligen Kamerasystems werden hier entwickelt und gebaut, ferner Qualifikationstests und Eichungen der Sensoren durchgeführt. Bei der Auswertung der Aufnahmen und Daten wird das DLR seine Expertise in der Stereo-Bilddatenauswertung und Planetengeodäsie einbringen, Karten und digitale Geländemodelle des Asteroiden erstellen sowie die Rückstrahleigenschaften (Fotometrie) bestimmen und die Mineralogie des Asteroiden untersuchen.

Nach 2023 erwartet das DLR dann eine ganz besondere Lieferung – ein Teil der Proben der Mission werden im DLR untersucht werden. Die komplexe Infrastruktur wird noch in diesem Jahrzehnt am Institut für Planetenforschung aufgebaut. In bester Humboldtscher Tradition werden die Berliner DLR-Forscher bei der Untersuchung des „Sternenstaubs“ dann eine Terra Incognita betreten. ●

Autoren:

Dr. Harald Michaelis ist Co-Investigator auf OSIRIS-REx und Leiter der Abteilung Planetare Sensorsysteme im DLR-Institut für Planetenforschung. Ulrich Köhler ist Planetengeologe und am Institut für die Öffentlichkeitsarbeit zuständig.

Weitere Informationen:

www.DLR.de/PF

Osiris – das göttliche Auge

OSIRIS-REx ist die dritte Sonde im „New Frontier“-Programm mittelgroßer Wissenschaftsmissionen der NASA. Osiris verkörpert in der ägyptischen Mythologie das Werden und Vergehen des Lebens, verknüpft wird es mit „Rex“, dem lateinischen Wort für König. Die Anfangsbuchstaben der Missionsziele werden zu einem Akronym zusammengefügt:

Origins,
Spectral Interpretation,
Resource **I**dentification,
Security,
Regolith **E**xplorer – **OSIRIS-REx**.



Legendäre Helden und unkeusche Jungfrauen

Wenn Raumschiffe über ferne Himmelskörper fliegen, blickt die Kamera an Bord auf eine „Terra incognita“, unbekannt – und unbenannt. Dann beginnt für die Planetenforscher nicht nur die Forschungsarbeit, sondern auch das Grübeln: Welche Krater, Gräben und Rillen sollen in den entstehenden Atlanten einen Namen bekommen – und wie sollen sie dann heißen? Zunächst wird für die Namensgebung ein großes Thema festgelegt, dann beginnt die Recherche und somit die unendliche Fleißarbeit in Geschichtsbüchern, Archiven und historischen Quellen. Wenn dann ein Krater auf Saturnmond Enceladus als Ali Baba zu finden ist oder die unkeusche Vestalin Flornia zur Namensgeberin wird, ist DLR-Planetenforscher Thomas Roatsch daran nicht ganz unschuldig.

Wie kosmische Krater, Berge und Gräben zu ihren Namen kommen

Von Manuela Braun

30 Jahre sollten die römischen Priesterinnen keusch der Göttin Vesta im Tempel dienen. Doch mit der Keuschheit war das nicht immer ganz einfach – und so wurde manche Vestalin für den Verlust ihrer Jungfräulichkeit damit bestraft, dass man sie lebendig in einem unterirdischen Verließ einmauerte. Beispielsweise Flornia. Oder auch Marcia. Heute hat ihnen das immerhin die Ehre eingebracht, einem Krater auf Asteroid Vesta ihren Namen zu verleihen. „Die Vestalinnen, deren Namen wir bei unserer Recherche gefunden haben, sind fast alle deshalb bekannt, weil sie gegen Regeln ihrer Priesterschaft verstießen“, gesteht Thomas Roatsch. Mit Unterstützung der italienischen Kollegen aus dem Team der internationalen „Dawn“-Mission hat Roatsch die Bücher gewälzt. Welche Vestalinnen sind in den Quellen belegt? Die Suche nach Kraternamen bildet. Zwangsläufig. Die Ansprüche sind hoch, wenn die Landkarten der Himmelskörper mit Namen gefüllt werden sollen. „Man lernt einiges dabei“.

Roatsch und seine Kollegen haben sich schon für die Atlanten der Saturnmonde durch die Klassiker gearbeitet. 13 Bände „Märchen aus 1001 Nacht“ in Richard Burtons Übersetzung für Enceladus, Homers Odyssee für Saturnmond Tethys, die Artus-Sage für Mond Mimas. Für Saturnmond Dione musste ein Kollege ran, der Virgils Aeneis auf Latein bewältigte. Für Namen aus dem Rolandslied dankt Roatsch gedanklich noch heute einem amerikanischen Kollegen, der gleich eine Liste mit Namensvorschlägen vorbereitetete. „Das mussten wir zum Glück nicht mehr recherchieren.“ Der mächtige Mond Rhea machte hingegen schon allein aufgrund seiner Größe viel Arbeit, denn da sollten es auf einen Streich gleich 80 Namensvorschläge aus verschiedenen Mythen sein. Das Ergebnis: Namen, die vom koreanischen Himmels-gott Ananin bis zu Zicum, einer babylonischen Göttin, reichen.

Nur wenn die International Astronomical Union (IAU) die vorgeschlagenen Namen akzeptiert, finden Ali Baba, Sindbad, Roland, Claudia oder Arthur ihren Weg auf die offiziellen Karten. Krater werden auf Personennamen „getauft“, die übrigen Merkmale wie Gräben oder auch ganze Regionen können hingegen Namen aus anderen Bereichen erhalten. So enthält die Namensliste für Vesta zum Beispiel auch Städte, in denen der

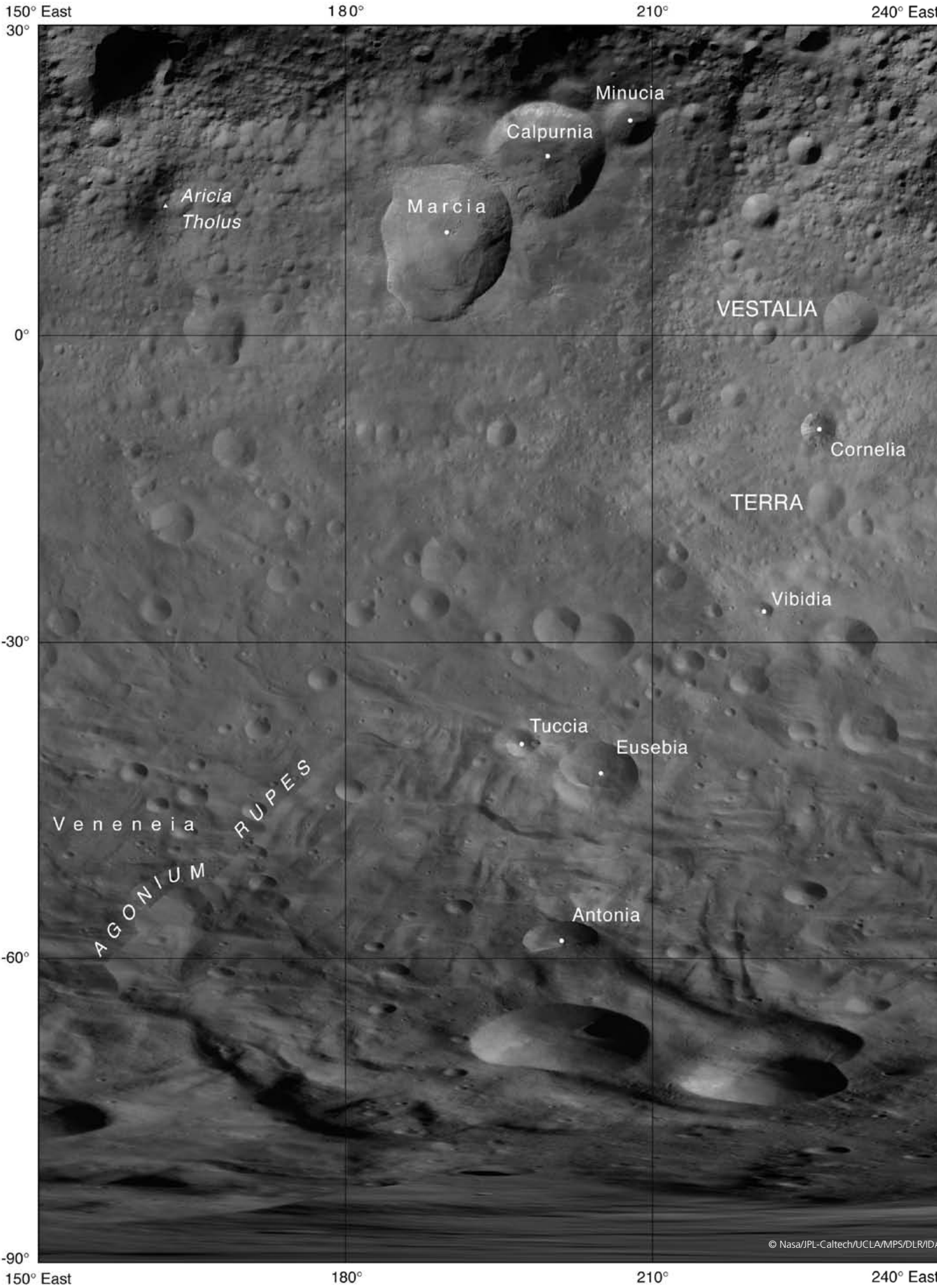
Vesta-Kult bekannt war. Doppelnamen sind ungeliebt, bei den Namenseinträgen in die einzelnen Kartenblätter eines Himmelskörpers folgt man dem Alphabet. Selten werden Ausnahmen gemacht. Der Südpol von Vesta ist eine solche – zumindest teilweise: Die mächtige Delle im Asteroiden wurde nach der berühmtesten Vestalin Rhea Silvia, der Mutter von Romulus und Remus, benannt. Nur: Rhea hieß schon ein Saturnmond, auch Silvia war bereits an einen kleinen Asteroiden vergeben. Kurzerhand schrieben die Forscher die beiden Namensbestandteile zusammen und taufen das markanteste Merkmal des Asteroiden „Rheasilvia“.

Spätestens im Februar 2015 müssen sich Planetenforscher Thomas Roatsch und sein Team Gedanken um die nächsten Namen machen: Dann erreicht die „Dawn“-Sonde den Asteroiden Ceres und richtet ihre Kamera auf Neuland. Und wer für die Vermessung des Asteroiden verantwortlich zeichnet, hat auch das Privileg, die entstehenden Karten mit Namen zu versehen. „Bei Ceres steht allerdings das Thema noch nicht genau fest“.

Egal, welche Geschichte diesem Asteroiden mitgegeben wird – Bücherwälzen und Quellenstudium wird den Planetenforschern nicht erspart bleiben. Dafür weiß Roatsch aber auch später genau: Auch diese Krater, Gräben und Regionen haben ihre Namen im DLR bekommen. ●

Weitere Informationen:
<http://planetarynames.wr.usgs.gov/>

In der griechischen und römischen Mythologie (und nicht nur dort) suchen DLR-Wissenschaftler nach Namen, die für die Benennung neu entdeckter Phänomene geeignet sind. Aktuell wird der Kult um die jungfräulichen Vestalinnen aus dem antiken Rom für die Kartierung des Asteroiden (4) Vesta studiert, dessen Oberfläche hier in einer Kartenprojektion dargestellt ist.



Zwischen Höhenflug und Absturz

Berlin Anfang des 20. Jahrhunderts. Im Verlauf des Jahres 1908 gibt es eine Reihe vorerst privater Initiativen zur Schaffung eines Motorflugplatzes zwischen Johannisthal und Adlershof. Am 26. September 1909 schließlich wird dieser mit einer internationalen Flugwoche in Betrieb genommen. Die sich rasch ansiedelnde Flugzeugindustrie (Fokker, Wright, Albatros, Rumpler, LVG) und die zahlreichen Flugbewegungen am Platz sind auch unter der Berücksichtigung der noch recht mangelhaften Flugapparatekonstruktionen und des luftfahrttechnischen Vorsprungs Frankreichs der ausschlaggebende Grund dafür, dass im April 1912 am östlichen Teil des Flugfeldes in Adlershof die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt e. V. (DVL) gegründet wird. Rasch entwickelt sie sich zusammen mit der Aerodynamischen Versuchsanstalt AVA in Göttingen zum Zentrum der deutschen Luftfahrtforschung. Es entsteht eine Reihe technischer Anlagen wie Windkanäle, Motorenprüfstände und Werkstätten, die maßgeblichen Einfluss auf die Konstruktion und Fertigung von Flugzeugen inklusive all ihrer Komponenten haben.

100 Jahre Luftfahrtforschung in Berlin-Adlershof

Von Dr. Bernd-Rüdiger Ahlbrecht

Im I. Weltkrieg dient die DVL fast ausschließlich der Luftfahrtrüstung, über 40 Prozent der deutschen Militärflugzeuge entstehen in den Johannisthaler Werken – zwischen Forschung, Entwicklung und Produktion existieren hier sehr kurze Wege. Mit dem Versailler Vertrag kommen Produktion und Forschung etappenweise nahezu zum Stillstand, ein Großteil der Anlagen muss abgerissen werden. Die DVL überlebt nur dank einiger Forschungsarbeiten zum Segel- und Sportflug.

Dies ändert sich rasch mit der Neuorientierung Deutschlands auf dem Gebiet der Luftfahrt. In einem Neubauprogramm wird ab 1932 die DVL institutionell und baulich nahezu vollkommen neu geschaffen. Mit Ausnahme zweier Laborgebäude aus dem Jahre 1912 entstehen alle Versuchsanlagen, Institute, Werkstätten und Hangars neu. Dazu gehören auch fünf Windkanäle für verschiedene Verwendungszwecke, das Hauptgebäude der DVL sowie eine Reihe von Instituten für diverse Forschungszwecke, die Hauptmechanik und die Lehrwerkstatt wie auch Motoren- und Luftschraubenprüfstände. Die DVL und die neuen Produktionsstätten auf der Johannisthaler Seite (u. a. Henschel, Bücker, Flettner) werden mehr und mehr in die deutsche Rüstung eingebunden, die DVL wird zu einer der zentralen Forschungsstätten für die neue Luftwaffe.

Im April 1945 nimmt die Rote Armee Berlin und damit auch Johannisthal/Adlershof ein. Das Aus auch für den Forschungsbetrieb, die wichtigsten Anlagen werden demontiert, andere abgerissen. Dokumentationen und Forschungsergebnisse wie auch Fachleute werden nach Sowjetrussland verbracht. Erst mit der Bildung der Akademie der Wissenschaften der DDR entstehen in Berlin-Adlershof neue Kapazitäten, so das Institut für Kosmosforschung. Mit dem Ende der DDR wird auch das wieder Geschichte: Die Wissenschaftsinstitutionen in Adlershof werden „abgewickelt“. Dieses Ende barg aber gerade hier auch eine neue Chance.

Anfang der Neunzigerjahre beginnt der Aufbau der neuen Wissenschaftsstadt WISTA in Einheit von Forschung, Entwicklung und Produktion sowie Lernen unter Einbeziehung eines Medienkomplexes. Siebzehn der Gebäude und Versuchsanlagen der ehemaligen DVL stehen unter Denkmalschutz und sind heute nach ihrer Restaurierung Bestandteil des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Adlershof. Sie bilden ein einzigartiges ge-

schlossenes historisches Ensemble der Luftfahrtforschung. Die noch vorhandenen ehemaligen Versuchsanlagen wie der Große Windkanal, der Trudel-Windkanal und der Schallgedämpfte Motorenprüfstand sind als technische Denkmäler baulich erhalten und umrahmen den Campus der naturwissenschaftlichen Sektionen der Humboldt-Universität zu Berlin. ●



Techniker der Fliegertruppe vor offenen Motorenprüfständen mit Schutzgittern gegen Propellerbruch, um 1916/17, (Foto links oben); der Mittlere Windkanal mit Luftführung und Messhalle, um 1940, Foto rechts oben; Große Flughalle der DVL mit dem Bürotrakt des Instituts für Flugmechanik, um 1940, (Foto unten)

Autor:

Dr. Bernd-Rüdiger Ahlbrecht ist Luftfahrt- und Militärhistoriker und hat sich um die Bewahrung von Stätten deutscher Luftfahrtgeschichte verdient gemacht.

Weitere Informationen:

www.luftfahrtstaetten.de

Die Motorenprüfstände vom Windmesser-Turm der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt aus gesehen: Es sind noch Fundamente der Prüfstände aus der Kriegszeit zu erkennen. In der Bildmitte eine der alten Flugzeughallen, im Anbau rechts ist die Stoffabteilung untergebracht. Dahinter das Flugfeld und die Flugzeugwerke in Johannisthal (um 1928).

Prickelnder Cocktail im Hangar-7

Bereits beim Anflug auf den Salzburg Airport fällt der in mattem Glanz strahlende Gebäudekomplex auf. Er ähnelt aus der Ferne einem riesigen, in der Mitte nicht sonderlich gerade geteilten flachen Brotlaib, dazwischen Flugzeuge auf einer riesigen Abstellfläche. Beim Näherkommen assoziiert man den Querschnitt des Gebäudes mit dem Profil eines Flugzeug-Tragflügels – und am Boden endlich erschließen sich Sinn und Zweck dieses Ensembles: Der Besucher steht, genau gegenüber des Terminal-Bereichs vom Salzburg Airport, vor dem Hangar-7, einer vieldimensionalen Erlebniswelt, welche bei näherer Betrachtung weitaus mehr ist als nur eine Aufbewahrungshalle für Flugzeuge, wie der Name zunächst erwarten lässt.

Historische Flugzeuge und mehr am Salzburg Airport

Von Hans-Leo Richter



Die Douglas DC-6B, ein hervorragend restaurierter ehemaliger Regierungsfieger aus Jugoslawien, ist das Flaggschiff der „Flying Bulls“. Das piekfeine Äußere entspricht dem tadellosen technischen Zustand dieses prachtvollen Vertreters der großen Kolbenmotor-Ära.

Öffnungszeiten: täglich von 9 bis 22 Uhr

Kontakt: Red Bull Hangar-7 GmbH,
Wilhelm-Spazier-Str. 7A, A-5020 Salzburg,
www.hangar-7.com, www.facebook.com/hangar7,
Telefon +43 662 2197, E-Mail: office@hangar-7.com

Anfahrt: Der Hangar-7 befindet sich gegenüber dem Terminalbereich des Salzburger Flughafens. Man verlässt die Autobahn A 1 an der Anschlussstelle Flughafen und biegt dann auf die nach Salzburg führende Innsbrucker Bundesstraße ab. Nach Unterquerung der Start- und Landebahn biegt man nach rechts in die Wilhelm-Spazier-Straße ein, die bereits am Red-Bull-Komplex vorbeiführt, am Ende befindet sich ein großer Parkplatz.

Zusammengeklapptes Kraftpaket: die Chance-Vought „Corsair“ aus ungewöhnlicher Perspektive. Der 2.100 PS starke Sternmotor beschleunigt diesen bulligen Jäger auf rund 700 Kilometer pro Stunde.

Ideengeber und Eigentümer dieser einzigartigen Erlebniswelt ist Dietrich Mateschitz, ein österreichischer Energydrink-Hersteller, dessen Firmenphilosophie („...verleiht Flügel“) und private Interessen auf das Trefflichste miteinander harmonisieren. So findet der Besucher beim Betreten des Hangar-7 erwartungsgemäß eine Vielzahl historischer Flugzeuge, doch dann lassen ihn hier zunächst fremd wirkende Formel-1-Rennwagen stutzen. Geradezu ratlos droht der Besucher dann angesichts großformatiger Kunstwerke, Gemälde, Drucke, Plastiken zu werden. – Wie um alles in der Welt passt das zusammen!?

Kochen, Kunst und Knick-Tragflügel

Der Hangar-7 am Flughafen Salzburg ist mehr als ein Museum oder eine Ausstellungsplattform für historische Luftfahrzeuge. Er ist ein vieldimensionales Gesamtkunstwerk. High-tech aus Luftfahrt und Formel 1 sind hier ebenso zu Hause wie regelmäßig wechselnde Kunstaussstellungen. Grenzüberschreitende Faszination, wohin man blickt – das macht erst recht neugierig. Und schaut man dann genauer hin, so fügt sich alles harmonisch zueinander.



Vielfältiges Fluggerät und hochmoderne Formel-1-Rennwagen bilden die eindrucksvolle Kulisse für die vieldimensionale Erlebniswelt im Hangar-7. In der Architektur (unten) sind Anleihen an das Profil eines Flugzeugtragflügels unübersehbar.



© Red Bull Hangar-7 GmbH, Helge Kirchberger



Abgerundet wird das multifunktionale Gesamtensemble durch mehrere Verweil- und Entspannungsebenen, wo auch erlesene kulinarische Genüsse auf europäischem Top-Niveau die Gäste erwarten, beispielsweise im „Carpe Diem Lounge-Café“ im Erdgeschoss oder in der „Mayday Bar“ im 2. Stock. Mittelpunkt des gastronomischen Angebots ist unzweifelhaft das „Restaurant Ikarus“, wo unter dem Patronat des weit über Österreich hinaus bekannten Starkochs Eckart Witzigmann im Rahmen eines Gastkochkonzepts monatlich wechselnde Spitzenköche ihre Künste anbieten. Der spektakulärste Teil des Gastrobereichs allerdings befindet sich in luftiger Höhe gleich unter der Glaskuppel: die „Threesixty-Bar“, von wo aus der Besucher einen wirklich einzigartigen Rundblick genießt.

Die deutlich aus dem Rahmen fallende Architektur ist ein Highlight für sich. Das Gebäude, ein Stahl-Glas-Ellipsoid ist einem Tragflügelprofil nachempfunden. Und ähnlich kunstvoll ist der gesamte Schalenbau konstruiert, ein gewaltiges filigranes Stahlrohrnetz stützt die gläserne Außenhaut, mehr als 7.000 Quadratmeter Glas wurden hier verbaut. Zudem enthält jede der 1.754 unterschiedlich großen Glastafeln eine spezielle transparente Beschichtung, die Sonnenreflexion vermeidet und damit anfliegenden Piloten auch nicht gefährlich werden kann.

Hangar-7 sowie der gegenüberliegende Hangar-8 sind sozusagen die Home-Base der „Flying Bulls“, der Flotte historischer Flugzeuge des Red Bull-Eigners. Den Grundstein zu der bemerkenswerten Sammlung legte in den Achtzigerjahren ein österreichischer Verkehrspilot mit einer North American T-28B Trojan, einem einmotorigen Hochleistungstrainer. In den folgenden Jahren kamen weitere fliegende Raritäten hinzu, und die Bekanntschaft mit dem Energydrink-Hersteller Dietrich Mateschitz gab der bunten Truppe schließlich auch den Namen, „The Flying Bulls“.

Ob Regierungsflieger oder schnittiger Winzling

Heute umfasst die Sammlung 25 verschiedene Flugzeuge und Hubschrauber, zivile Muster sind darin ebenso vertreten wie ehemals militärisch genutzte Luftfahrzeuge. Unbestreitbares Paradestück ist die legendäre Douglas DC-6B, ein viermotoriges Passagierflugzeug für Mittel- und Langstrecken aus den Fünfzigerjahren. Und diese, selbstverständlich in den typischen Red Bull-Farben lackierte Douglas DC-6B ist nicht irgendein ausrangierter Airliner, sie diente seinerzeit dem jugoslawischen Staatschef Josip Broz Tito als Regierungsflugzeug. Ist schon das Äußere der Douglas DC-6B überaus attraktiv, so bestätigt auch die piekfeine Innenausstattung mit Ledergarnituren und feinsten Holzverkleidungen alle Vorstellungen, die man von einem (wenn auch ehemaligen) „Regierungsflieger“ hat. Beim Blick ins Cockpit fällt vor allem eine hochmoderne, selbstverständlich GPS-gestützte Avionik auf. Die Flugführungssysteme sind – wie es so schön heißt – „state of the art“ und folglich ist die betagte DC-6B alles andere als nur etwa ein Schönwetterflieger.

Ein weiterer Blickfang ist die North American B-25J Mitchell, ein ehemaliger zweimotoriger Bomber aus dem Jahr 1945. Gerade dieser in seiner polierten Aluminiumhaut silbern glänzende Oldtimer lenkt auf Flugtagen und Luftfahrtmessen die Blicke der Besucher immer wieder auf sich, vor allem die gläserne Bugkanzel – heute mit bequemem Ledersitz statt vormaligem MG-„Nest“ – macht dieses Flugzeug auch optisch zu einem buchstäblich herausragenden Ausstellungsstück. Freunde bulliger Sternmotoren kommen bei der Chance Vought F4U-4 „Corsair“ auf ihre Kosten. Dieses Kraftpaket, ein 18-zylindriger Doppelsternmotor mit 2.100 PS, brachte den Jäger auf mehr als 700 Kilometer pro Stunde. Besonderes Kennzeichen dieses früheren Träger-Flugzeugs sind die hochklappbaren Knick-Tragflügel, die

dem Flugzeug bei geklapptem Zustand etwas bedrohlich Spinnenhaftes verleihen. In früheren Zeiten absolut kunstflugtauglich, wird dieses seltene Exemplar heute doch etwas schonender durch die Luft bewegt.

Darüber hinaus bestaunt man eine Cessna Caravan (mit Schwimmkörpern), mehrere Alphajet-Basistrainer, eine Boeing „Stearman“, einen herrlichen Doppeldecker mit bärenstarkem Sternmotor sowie auch mehrere Hubschrauber. Ein echter Blickfang ist auf jeden Fall eines der kleinsten ausgestellten Flugzeuge, der einsitzige Microjet BD-5J, ein Mini-Fluggerät, angetrieben von einem richtigen Strahltriebwerk, welches den kleinen Vogel bis auf rund 450 Stundenkilometer beschleunigt – eine Menge Speed für ein derart minimalistisches Flugzeug. Sogar in einem James-Bond-Film, und zwar in „Octopussy“, trat dieser schnittige Winzlingstiefdecker auf; natürlich entkam Roger Moore mit diesem Gerät mal wieder seinen schurkischen Verfolgern ...

Wenn die Flugshow ruft, geht's in die Luft

Reizvoll ist vor allem, dass alle ausgestellten Flugzeuge und Hubschrauber nach wie vor flugfähig sind. In der gegenüberliegenden Werft Hangar-8 – sie ist für den öffentlichen Besucherverkehr nicht zugänglich – werden sie nach allen Regeln der Hersteller und Luftfahrtzulassungsbehörden betreut und auf ihre unterschiedlichen Auftritte bei Luftfahrtmessen, Flugtagen und Flugshows sorgfältigst vorbereitet. Neben routinemäßigen Wartungsarbeiten wird hier derzeit auch ein Bristol-Sycamore-Helikopter aus den Fünfzigerjahren restauriert und in einen ausstellungsfähigen Zustand versetzt. Dieser Typ war der erste komplett in Großbritannien entwickelte und gefertigte Hubschrauber. Er wurde hauptsächlich für Rettungseinsätze genutzt, 50 Exemplare gingen seinerzeit auch an die Bundeswehr.

Eigentümer Dietrich Mateschitz frönt allerdings nicht nur dem Luftfahrt-Vergnügen. Weltweit ist sein Energydrink-Konzern inzwischen auch als Generalsponsor gleich zweier Formel-1-Teams bekannt. „Red Bull Racing“ ist seit zwei Jahren in der Königsklasse des Motorsports das Maß aller Dinge, und das Team „Scuderia Toro Rosso“ (die italienische Namens-Adaption) fungiert als Talentschmiede für die „Jungbullen“ aus dem firmeneigenen Nachwuchskader.

Von den im Hangar-7 ausgestellten Formel-1-Fahrzeugen fällt vor allem ein Toro Rosso STR 3 aus dem Jahr 2008 auf. Mit diesem Wagen erzielte der damalige Jungspund Sebastian Vettel in Monza zur Überraschung der gesamten Fachwelt seinen ersten Grand-Prix-Sieg, im strömenden Regen und gegen beinaharte Konkurrenz – das war der Auftakt zu einer bis heute andauernden überaus erfolgreichen Formel-1-Karriere. Optisch noch weit aus interessanter ist der Red Bull RB 3 von David Coulthard, eingesetzt beim britischen Grand Prix 2007 in Silverstone. Dieses Fahrzeug ist übersät mit rund 20.000 Porträtfotos von Menschen aus aller Welt. Für zehn Pfund konnte sich damals jeder Interessent mit einem eigenen Bild auf den Red-Bull-Wagen von Coulthard und Webber verewigen. Der Erlös von rund einer Million Dollar ging an die Red-Bull-Stiftung „Wings for Life“ für Rückenmarkforschung. Coulthard wurde damals im Silverstone zwar nur Elfter – wahrscheinlich hatte er das rollende Kunstwerk auch während des Rennens eher vorsichtig „um den Kurs getragen“...

Und auf der Website röhrt die Corsair

Schlussendlich verkörpert der Hangar-7 ein geradezu visionäres Ausstellungskonzept unter Einbeziehung zahlreicher Erlebensdimensionen und Themen, kongenial abgerundet durch einen breit gefächerten Internetauftritt. Vor allem der historisch interessierte Luftfahrt-Freak wird unter www.flyingbulls.at auf seine Kosten kommen. Nicht nur atmosphärische Videos stimmen auf die zahlreichen Luftfahrzeuge der Sammlung ein, überdies kann der Betrachter eine Reihe von Kolbenmotoren und Turbo-



Wechselnde Ausstellungen im Hangar-7 unterstreichen nachhaltig die symbiotische Nachbarschaft von Bildenden Künsten und schillernden Hightech-Monumenten

Kunst, Talk und Sport

Viele bildende Künstler, die zwar in ihrer Heimat bekannt sind, sich aber international noch nicht etabliert haben, fanden im Hangar-7 schon eine außergewöhnlich atmosphärische temporäre Plattform. Es wurden schon Ausstellungen junger Künstlerinnen und Künstler aus China, Südafrika, Mexiko, Island und Italien, England, Polen, Tschechien sowie aus dem Baltikum gezeigt.

Auch TV-Talk-Sendungen zu aktuellen Themen aus Politik, Kultur und Wissenschaft werden von hier ausgestrahlt. Jeden Donners-tagabend sendet Servus TV den Talk im Hangar-7. Hochkarätige Gastgeber empfangen interessante Persönlichkeiten – eigenwillige Denker und Meinungsmacher unserer Zeit. Ob Claus Peymann, Ursula Plassnik, Wolfgang Rihm, Dani Levy oder Neil Armstrong – sie alle waren schon beim Talk im futuristischen Hangar-7 am Flughafen Salzburg zu Gast.

Auch die Sportberichterstattung von ServusTV hat einen neuen Fixpunkt. Montags ab 21.05 Uhr gibt es live vom Flughafen Salzburg Sport und Talk aus dem Hangar-7. Aktuelle Themen aus Fußball, Motorsport, Wintersport oder Extremsport werden von den Moderatoren mit Prominenten und Experten aus der Welt des Sports diskutiert.

strahltriebwerken selbst zum Leben erwecken. Unter „Aircraft/ Spezifikationen/Sound“ erwachen herrliche Aggregate wie zum Beispiel der Wright Cyclone-14-Zylinder Doppelsternmotor (1.700 PS), der B-25 Mitchell oder der Pratt & Whitney R 2800-Doppelsternmotor (sogar 18 Zylinder!) und schließlich mit 2.100 PS der Corsair. – Ein geradezu köstliches Hörvergnügen, bis tatsächlich alle Zylinder der Doppelsternmotoren ihre Arbeit aufnehmen und ihr sonores Grollen erklingen lassen. Dann heißt es volle Lautstärke, Augen zu, durchatmen und genießen. Es fehlt eigentlich nur noch der so typische Geruch verbrannten Öls ... ●

Rezensionen

Göttlicher Funke oder das Feuer des Prometheus?

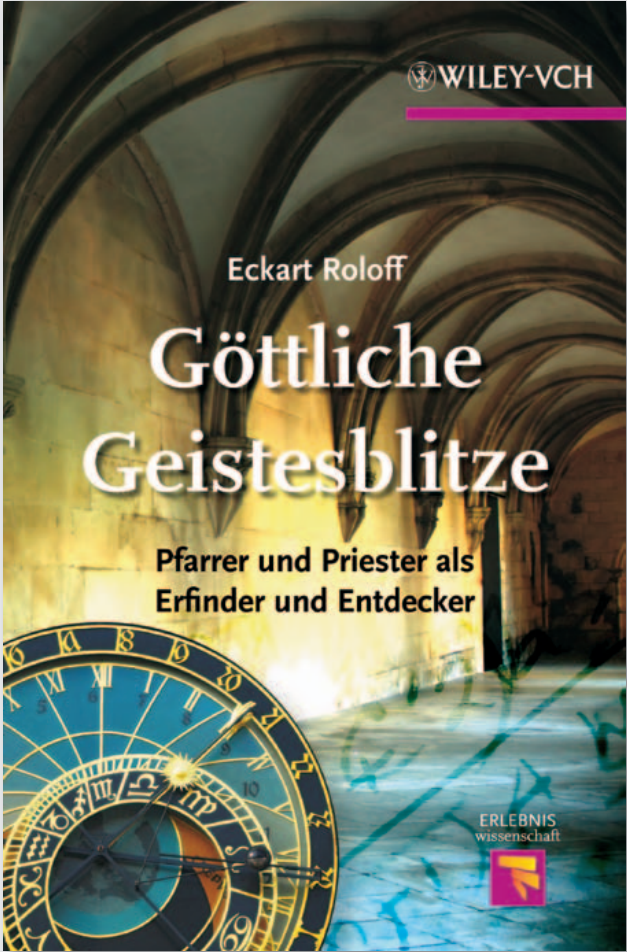
Wer Wissenschaft und Religion in Widerspruch setze, der missverstehe die eine wie die andere, so Guy Consolmagno. Der früher am Massachusetts Institute of Technology, kurz MIT, lehrende Astronom würde vorzüglich in die Reihe jener Wissenschaftler passen, die in dem hier zu besprechenden Buch vorgestellt werden, wirkt er doch heute an der Vatikanischen Sternwarte und ist Jesuit. Wie steht es aber mit Consolmagnos These zur Vereinbarkeit von Religion und Wissenschaft? Mit seinem in der populär-wissenschaftlichen Reihe „Erlebnis Wissenschaft“ des **Wiley-VCH-Verlags** erschienenen Buch **Göttliche Geistesblitze** wählt der Wissenschaftsjournalist Eckart Roloff einen wissenschafts- und personengeschichtlichen Zugang. Dabei geht es nicht um die schon vielerorts dargestellte Spiritualität religiös musikalischer Physiker, sondern um „Pfarrer und Priester als Erfinder und Entdecker“.

Zunächst gibt Roloff Einblick in die Genese wissenschaftlicher Rationalität im Mittelalter. Er schließt mit einer Übersicht über die jüngsten Konfliktfelder im Verhältnis der Kirchen zu den Ergebnissen angewandter Wissenschaft. Ein Verhältnis, das sich weitgehend als ethische Technikfolgenabwägung bei grundsätzlicher Bejahung der Forschungsfreiheit beschreiben lässt. Der Schwerpunkt aber liegt auf Biografien forschender Theologen seit der frühen Neuzeit. Die Auswahl umfasst Namen wie Athanasius Kircher und Marin Mersenne, Sebastian Kneipp und Gregor Mendel, während noch bedeutendere wie Nikolaus Kopernikus, Pierre Gassendi oder Georges Lemaître fehlen. Besonders am Herzen liegen Roloff in Vergessenheit geratene Gelehrte wie Berthold Schwarz und Adam Schall von Bell und auch Dom Pierre Pérignon. Auch die Erfinder von Füllfeder und Radiergummi finden Erwähnung. Der Leser erfährt viel über damalige Zeitumstände und aktuelle Wirkungen.

Doch was lernt er daraus über das in den Ursprüngen europäischer Geisteskultur verwurzelte Problem des Verhältnisses von Religion und Wissenschaft? Handelt es sich bei den geschilderten Lebensgeschichten nur um skurrile Einzelfälle von anekdotischem Reiz oder sind diese von exemplarischer Bedeutung, sofern sich an ihnen eine Affinität zwischen unterschiedlichen Rationalitätsformen und Wissenskulturen ablesen lässt? Ist das Licht der Wissenschaft der Religion abgetrotzt oder glüht in ihm ein göttlicher Funke? Zumindest ein Eindruck festigt sich bei der Lektüre: Weder führt naturwissenschaftliche Neugier aus theologischer Sicht zwangsläufig ins Abwehlertum, noch korreliert Glaubensfestigkeit signifikant mit einem unkritischen Dogmatismus, der Vorurteilen über die Natur der Dinge dem offenen Fragen nach dieser generell den Vorzug gäbe. Vielmehr scheint die biblisch entgöttlichte Natur geneigt, zum Gegenstand eines Interesses zu werden, das nicht durch Verehrung bestimmt ist, sondern sich theoretisch als Wissenschaft und praktisch als Technik ausformt.

Eine Untersuchung der christlichen Dialektik von Weltabkehr und Weltzuwendung ergäbe indes ein anderes Buch. So aber scheint es immerhin genug Veranlassung zu geben, Francis Bacon zuzustimmen: „Ein wenig Wissenschaft entfernt von Gott, viel Wissenschaft führt zu ihm zurück.“

Manuel Ströhlin



Schlachtflugzeuge und Schulterdecker

Die inzwischen sehr populär gewordene Reihe „Typenkompass“ aus dem Stuttgarter **Motorbuch Verlag** bietet mittlerweile in bewährt knapper Form auch einen großen Überblick über die zivile und militärische Luftfahrt. Die jüngsten Ausgaben behandeln die inzwischen auch hierzulande kaum mehr geheimnisumwobenen Typen der russischen **MiG**-Flugzeuge (seit 1939) sowie die in der breiten Öffentlichkeit nur wenig bekannten Flugzeuge der Firma **Henschel**, die sich neben der Flugzeugproduktion ja auch einen guten Namen als Hersteller von robusten Lokomotiven und Lastkraftwagen gemacht hat. 1933 entstanden in Berlin die ersten Muster. Zunächst produzierte Henschel leichte Schulflugzeuge und Aufklärer, später erweiterte man die Palette um ausschließlich militärisches Gerät, sogenannte Schlachtflugzeuge und sogar Bomber. Darüber hinaus produzierte Henschel in Lizenzfertigung bestimmte Einzelmodelle von Junkers und Dornier. Interessant ist vor allem das Höhenforschungsflyzeug Hs 128, welches von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL), einer der Vorgängerorganisationen des heutigen DLR, in Berlin-Adlershof betrieben wurde. In den Fünzigerjahren knüpfte Henschel erneut an seine Flugzeugtradition an und betrieb in Kassel vor allem eine Einrichtung für die Wartung von Hubschraubern von Bundeswehr, Grenzschutz und Polizei.

Der Typenkompass der MiG-Flugzeuge beleuchtet sämtliche Baumuster des ursprünglichen Konstruktionsbüros Mikojan-Gurewitsch, von dem leichten Sport- und Schulflugzeug „Oktjabrjonok“ aus dem Jahr 1937 über die MiG 1, einem Höhenjagdflugzeug bis hin zur MiG 1.44, einem heutigen Technologie- und Erprobungsträger für künftige Jagdflugzeuge, insgesamt mehr als 30 Modellbaureihen und ihre Derivate. In Ergänzung zur ausschließlichen Konzentration auf schnelle Jagdflugzeuge überraschte das Konstruktionsbüro 1945 mit dem Forschungsflugzeug MiG 8 „Utkā“, einem kleinen Schulterdecker, ausgerüstet mit einem aerodynamisch zukunftsweisenden „Entenflügel“ sowie einem Druckpropeller. Etwas außerhalb der traditionellen Linie und daher ebenfalls bemerkenswert ist die MiG 105-11, ein Versuchsflugzeug mit Deltatragflügeln und einem Rakentriebwerk zur Erforschung von Flug- und vor allem Landeigenschaften künftiger bemannter Raumfähren, eingesetzt im Rahmen des seinerzeitigen „Buran“-Projekts.

Beide Typenkompassse überzeugen durch informative Kurztexte sowie eine überraschend reichhaltige und verhältnismäßig hochwertige Illustration.

Hans-Leo Richter



Mars-Mega-Monumentalfilm

John Carter. Das könnte eine Antwort auf die vorletzte Frage bei Günter Jauchs Millionenspiel sein. Nun bekommt dieser Allerweltsname ein populäres Gesicht. Denn John Carter strengt sich jetzt in einer wilden, verwegenen, atemberaubenden Jagd auf der Leinwand an, kämpft für das Gute und gegen das Böse an, das es natürlich auch gibt, dort, auf Barsoom, auf dem Mars! Wenigstens im Kino sehen wir dort endlich Leben – da jubelt der Planetenforscher, der sich in **John Carter – Zwischen zwei Welten** (Regie: Andrew Stanton, Findet Nemo) für mehr als zwei Stunden dieser Illusion hingeben kann.

Erfunden wurde John Carter, der erste Weltraumheld, vor 100 Jahren von Edgar Rice Burroughs, der später auch Tarzan Leben einhauchte. Ein Konföderiertenoffizier, der sich auf unerklärliche Weise auf dem Mars wiederfindet und dort gewaltige Abenteuer übersteht. Er verliebt sich (Produzent: Disney) sogar in eine irdisch hübsche Marsprinzessin. Eine Fantasiewelt ganz ohne Raketen, Computer und Laserschwerter. Dafür sehen wir grandiose Bilder von Felsen- und Wüstenwelten, in denen Hochkulturen wie die vierarmigen, halbguten Tharks (ja, sie sind grün!) mit ihren Calots (Schäferhunden) leben, mit guten Heliumiten und mit bösen Therns und Zodangans. Ein monumentaler 3-D-Schinken à la ‚Kleopatra‘ oder ‚Alexander der Große‘ von den Pixar-Studios als Hommage an Steve Jobs, mit Heeren digitaler und realer Komparsen. Sehr sehenswert! – Wie’s ausgeht? Ach ...

Ulrich Köhler



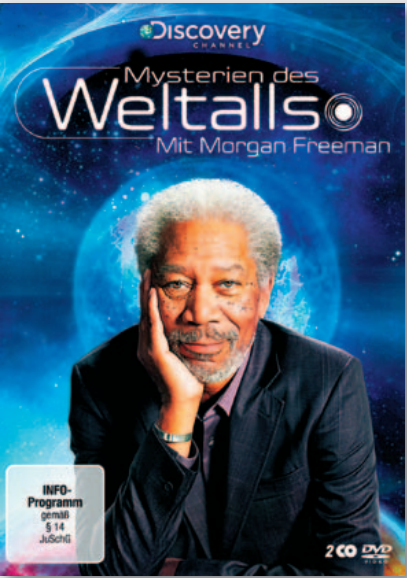
Rezensionen

Mit simplen Tricks zu mehr Weltraumwissen

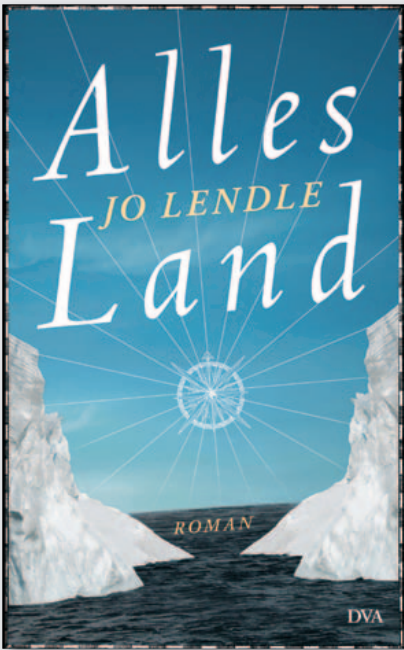
So einnehmend milde der Schauspieler Morgan Freeman auch vom Cover der DVD **Mysterien des Weltalls – Mit Morgan Freeman (Polyband)** blickt – notwendig wäre er für die Filmreihe des Discovery Channels nicht. Mal erzählt er ein paar einleitende Sätze, mal erinnert er sich daran, wie er in seiner Jugend vom Feuer fasziniert war. Und dann geht es auch schon um Wissenschaft und nicht mehr um den werbeträchtigen Oscar-Preisträger.

Acht Folgen sind auf den beiden DVDs untergebracht, die dem Zuschauer Fragen wie „Sind wir allein?“, „Sind Zeitreisen möglich?“ oder „Gibt es einen Schöpfer?“ beantworten sollen. Dafür greifen die Produzenten tief in die Trickkiste: Der Weg vom Spiegelei zum Rührei im Zeitraffer und wieder zurück erläutert den Zeitpfeil, ein Wissenschaftler lässt einen Ball an einer Kordel um sich rotieren und erklärt seinen Kopf zum Planeten. Und wenn dann noch ein Wissenschaftler, der nach außerirdischem Leben forscht, einen aliengrünen Kopf bekommt, könnte man befürchten, dass die „Mysterien des Weltalls“ den Zuschauer nicht klüger machen. Das wäre allerdings sehr ungerecht: Die Reihe lässt Wissenschaftler von fast allen bekannten amerikanischen Universitäten und Forschungseinrichtungen zu Wort kommen, stopft viel Information in jede der 45-Minuten-Folgen und gibt sich redlich Mühe, Themen von Astrobiologie bis Quantenmechanik spannend und kurzweilig zu vermitteln.

Manuela Braun



Melancholie im ewigen Eis



Mit den meisten Hauptfiguren eines Romans identifiziert man sich, fühlt mit, entwickelt Verständnis – bei Polarforscher Alfred Wegener, den Jo Lendle in **Alles Land (DVA)** porträtiert, fällt dies schwer. Getrieben von seiner maßlosen Wissbegierde und auf der Suche nach der absoluten Einsamkeit geht Wegener selbst zu Frau und Kindern auf Distanz, fühlt sich unwohl, wenn seine drei Töchter seine Nähe suchen, und kann seine Gefühlswelt kaum nach außen zeigen und erklären. Dass man dennoch 375 Seiten über diesen scheinbar fremden Menschen liest, liegt daran, wie geschickt Lendle den Forscher zeichnet.

Poetisch und oftmals episodenhaft schafft der Autor ein Puzzlestück nach dem anderen, sodass man Wegener allmählich näherkommt. Was zunächst wie willkürlich ausgewählte Anekdoten anmutet, verdichtet sich mit jedem weiteren Kapitel und bildet schließlich immer mehr ein stimmiges Ganzes – die Beobachtung von Eisblumen als Kind, die fehlende Anerkennung der anderen Forscher, die selbst gewählte extreme Einsamkeit in Grönland, sein stoischer Wille, den verschiedensten Forschungsgebieten nachzugehen und schließlich sein Erfrierungstod: „Seine Augen waren offen, der Gesichtsausdruck entspannt, ruhig, fast lächelnd.“

So verbissen und melancholisch Wegener in Lendles Roman geschildert wird, so in sich ruhend und fast schon zufrieden wirkt er im Tod. Im Nachwort stellt Lendle aber klar: „Dies ist ein Roman, er weicht in vielem vom Leben des wirklichen Alfred Wegener ab. Wegener selbst hätte an einigen Stellen wohl verwundert den Kopf geschüttelt.“ Lendle legt viel Wert darauf, die Romanfigur in ihrem Forschungsdrang, aber auch in ihrer Tragik dem Leser zumindest teilweise verständlich zu machen. Schließlich konnte Wegener seinen größten Triumph nicht mehr genießen: Ein Leben lang versuchte er zu erklären, dass die Kontinente einst eine zusammenhängende Landmasse waren und immer noch auseinanderdriften – diese Theorie wurde erst Jahrzehnte später anerkannt.

Manuela Braun

Entdeckungen in schönen Bildern

Nicht jedem Entdecker ist Gutes vorherbestimmt: Als der schottische Arzt Mungo Park im 18. Jahrhundert ins Königreich Luda-mar nordöstlich des Flusses Senegal vordrang, ließ ihn der dortige Herrscher gefangen nehmen und stellte ihn gemeinsam mit einem Schwein in einem Käfig aus. Unangenehm, zumal Park nach seiner Flucht weder vom Fieber noch von der Regenzeit verschont blieb. Später kam er gar unter ungeklärten Umständen ums Leben. Roland Knauer und Kerstin Viering, die Autoren des Buchs **Die großen Entdecker. Von wagemutigen Forschern und abenteuerlustigen Pionieren (Mare Wissen)**, sind sich dennoch sicher: Den Menschen liegt das Fernweh im Blut. Auf 334 Seiten erzählen sie von Forschungsreisen ins Innere Afrikas, der gleich mehrfachen Entdeckung Nordamerikas oder den Expeditionen unter und über der Erdoberfläche.

Das Ganze ist wunderschön und sehr eigen illustriert – zum Beispiel gibt es statt Porträtfotos gemalte Bilder. Blumen und Tiere werden ebenso gezeichnet wie die Hutmode im 17. Jahrhundert. Das alles ist – ebenso wie der Vorgängerband **Arktis und Antarktis: Von Pinguinen, Polarlichtern und stürzenden Stürmen (Mare Wissen)** – aus einem Guss und macht schon beim Blättern Lust aufs Lesen. Dafür verzeiht man gerne, dass vieles nur kurz angerissen wird und die Verfasser den Anekdoten den Vorrang vor ausführlicher Wissenschaft geben.

Im letzten Kapitel über die großen Entdecker steht dann die Eroberung des Weltraums im Mittelpunkt. Der spannende Wettlauf zwischen Russen und Amerikanern, fliegende Hunde, ein Schimpanse in der Kapsel und jede Menge gefährliche Pan-nen – hier schöpfen die Autoren aus dem Vollen. Für weitere Reisen zu fernen Planeten aber bräuchte man Geld wie Kolumbus und eine Reisezeit, wie James Cook sie sich nahm. Den Entdeckerdrang des Menschen, so das Fazit des schönen Schmökers, wird das jedoch nicht bremsen.

Manuela Braun



Eine andere Seite der Raumfahrt

Wenn Astronauten durch die Internationale Raumstation schweben oder bei Außenbordeinsätzen über die Erde hinwegfliegend arbeiten, sieht das immer mühelos aus. Man kann das Ganze aber auch anders sehen: Da arbeiten Menschen, die für ein Leben auf der Erde geschaffen sind, in umständlichen Anzügen, lassen sich vorher mit Raketen ins All schießen, müssen mit der Schwerelosigkeit klarkommen und auch noch so profane Dinge wie Waschen oder Essen erledigen.

Genau auf solche Dinge hat sich Autorin Mary Roach gestürzt. Was macht der Astronaut, wenn er mal muss? **Eine etwas andere Geschichte der Raumfahrt (Rowohlt)** lautet der Titel ihres Buchs – der auch gleich schon Vor- und Nachteile des Sachbuchs auf den Punkt bringt. Längere Kapitel über das tagelange Tragen derselben Unterwäsche oder das richtige Positionieren auf der Weltraumtoilette sind dann doch zu viel des Guten. Die andere Seite der Raumfahrt kennenzulernen, macht hingegen jede Menge Spaß. Mary Roach fragt ganz unverblümt bei Astronauten und Wissenschaftlern nach und pickt sich die absurdesten Anekdoten heraus. Fliegende Affen im Weltall, missglückte Landungen, die den Astronauten viel abverlangen, oder auch Mondausflüge mit dem Rover in der kanadischen Arktis – Roachs Reportagen zeigen vor allem eines: Raumfahrt ist extrem menschlich, denn „der Mensch ist die Maschine, die die ganze Angelegenheit erst so unendlich faszinierend macht“.

Manuela Braun



Das DLR im Überblick

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

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.000 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)
An dieser Ausgabe haben mitgewirkt: Jasmin Begli, Manuela Braun, Dorothee Bürkle, Lena Fuhrmann, Elisabeth Mittelbach, Jens Wucherpfennig sowie Jan-Henning Niediek und Alisa Wilken

DLR-Kommunikation
Linder Höhe
51147 Köln
Telefon: 02203 601-2116
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, CC-BY 3.0, soweit nicht anders angegeben.

© Motive Titel und Rückseite: ESA/CNES/Arianespace, Photos S.Corvaja, Service Optique CSG



Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt