

# Forschungs- und Unternehmensbilanz

2004/2005





# Forschungs- und Unternehmensbilanz 2004/2005

Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V.

# Inhalt

Vorwort .....	6
---------------	---



## Forschungsbilanz

<b>Luftfahrt</b> .....	10
<b>Raumfahrtmanagement und Weltraum</b> .....	24
<b>Verkehr</b> .....	38
<b>Energie</b> .....	42
<b>Projektträger</b> .....	46

## Unternehmensbilanz

<b>Unternehmensstrategie</b> .....	50
<b>Ergebnisse</b>	
Drittmittel .....	51
Forschungsbezogene Ergebnisse .....	52
Technologiemarketing .....	52
<b>Struktur</b>	
Unternehmensentwicklung .....	56
Qualitätsmanagement und Umweltschutz .....	58
<b>Beziehungen</b>	
Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren .....	62
Nationale und europäische Vernetzungen .....	62
Internationale Zusammenarbeit .....	65
<b>Personen</b>	
Nachwuchsförderung und Chancengleichheit .....	67
Personalentwicklung im DLR .....	68
Auszeichnungen und Preise .....	70
<b>Zusammenstellung der Kennzahlen</b> .....	72

## Daten & Fakten

Institute und Einrichtungen .....	76
Mitglieder und Gremien .....	76
Senat des DLR .....	78
Senatsausschuss des DLR .....	78
Mitglieder des Vorstandes .....	79
Ausschuss für Raumfahrt .....	79
Wissenschaftlich-Technischer Rat .....	79
Beteiligungen des DLR .....	80
Mittelverwendung .....	82
Abkürzungsverzeichnis .....	84



# Vorwort



Unsere Gesellschaft und unsere Wirtschaft brauchen Innovationskraft und Wachstum. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) nimmt diese Herausforderungen nicht nur an, sondern versteht sich als Schrittmacher bei der Erreichung dieser Ziele. Wie keine andere Forschungseinrichtung sind ihre Aktivitäten auf strategische Handlungsfelder ausgerichtet: auf die Wissensgesellschaft durch Erweiterung des Grundlagenwissens über Erde und Universum, auf die Informationsgesellschaft durch Quantensprünge in der Entwicklung der Telekommunikation, auf die Mobilitätsgesellschaft durch neue Wege der Satellitennavigation und Verkehrsforschung, auf die nationale Zukunftssicherung in Energieforschung, Atmosphärenforschung und Katastrophenmanagement sowie auf die Entwicklung innovativer Verfahren für industrielles Wachstum durch die Einführung neuer Methoden, neuer Materialien, der Steigerung von Verlässlichkeit und der Miniaturisierung. Die Dynamik dieser Aufzählung spiegelt den Anspruch unserer Mission, vielfältig neue Dimensionen zu eröffnen.

In seiner Forschungs- und Unternehmensbilanz 2004/2005 präsentiert das DLR die neuesten Ergebnisse seiner Arbeiten zur Zukunftssicherung unserer Gesellschaft und unseres Wirtschaftsstandorts. Jeder unserer vier Schwerpunkte hat exemplarische Leistungen erbracht. Im Schwerpunkt Luftfahrt ist die Mitwirkung des DLR bei der Konzeptionierung und Entwicklung des größten Verkehrsflugzeugs der Welt, des A 380, hervorzuheben. 400 Forscher und Ingenieure des DLR in nahezu allen Disziplinen des Flugzeugbaus, waren bis zum erfolgreichen Erstflug im April 2005 daran essenziell beteiligt. Im Schwerpunkt Weltraum hat das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum des DLR einen entscheidenden Beitrag zur Bewältigung der Tsunami-Katastrophe geleistet. Unmittelbar nach dem Unglück konnten Satellitendaten für die Unterstützung des Managements der Katastrophe vor Ort bereitgestellt werden. Der Schwerpunkt Verkehr konnte im Berichtszeitraum auf einen weiteren Ausbau zurückblicken und unter anderem eine einzigartige Großanlage zur Fahrsimulation in Betrieb nehmen. Der Schwerpunkt Energie leistete Pionierarbeit im Bereich der Wasserstoffherzeugung und hat erstmalig Wasserstoff in einem solar thermochemischen Kreisprozess gewonnen. Ein Prozess der zudem Potenzial hat, zukünftig in großtechnischem Maßstab solaren Wasserstoff zu sehr günstigen Kosten bereitzustellen.

Als Raumfahrtagentur Deutschlands – ein besonderes Alleinstellungsmerkmal des DLR in der Forschungslandschaft – haben wir zahlreiche neue Impulse für die Weiterentwicklung einer europäischen Raumfahrtstrategie gegeben. Das DLR tritt hier

als Treiber für eine zwischen der Europäischen Union und der Europäischen Weltraumorganisation ESA abgestimmten Raumfahrtspolitik auf. Es unterstützte in diesem Zeitraum auch die deutsche Präsidentschaft im Ministerrat der ESA mit der Vorbereitung neuer Programmentscheidungen.

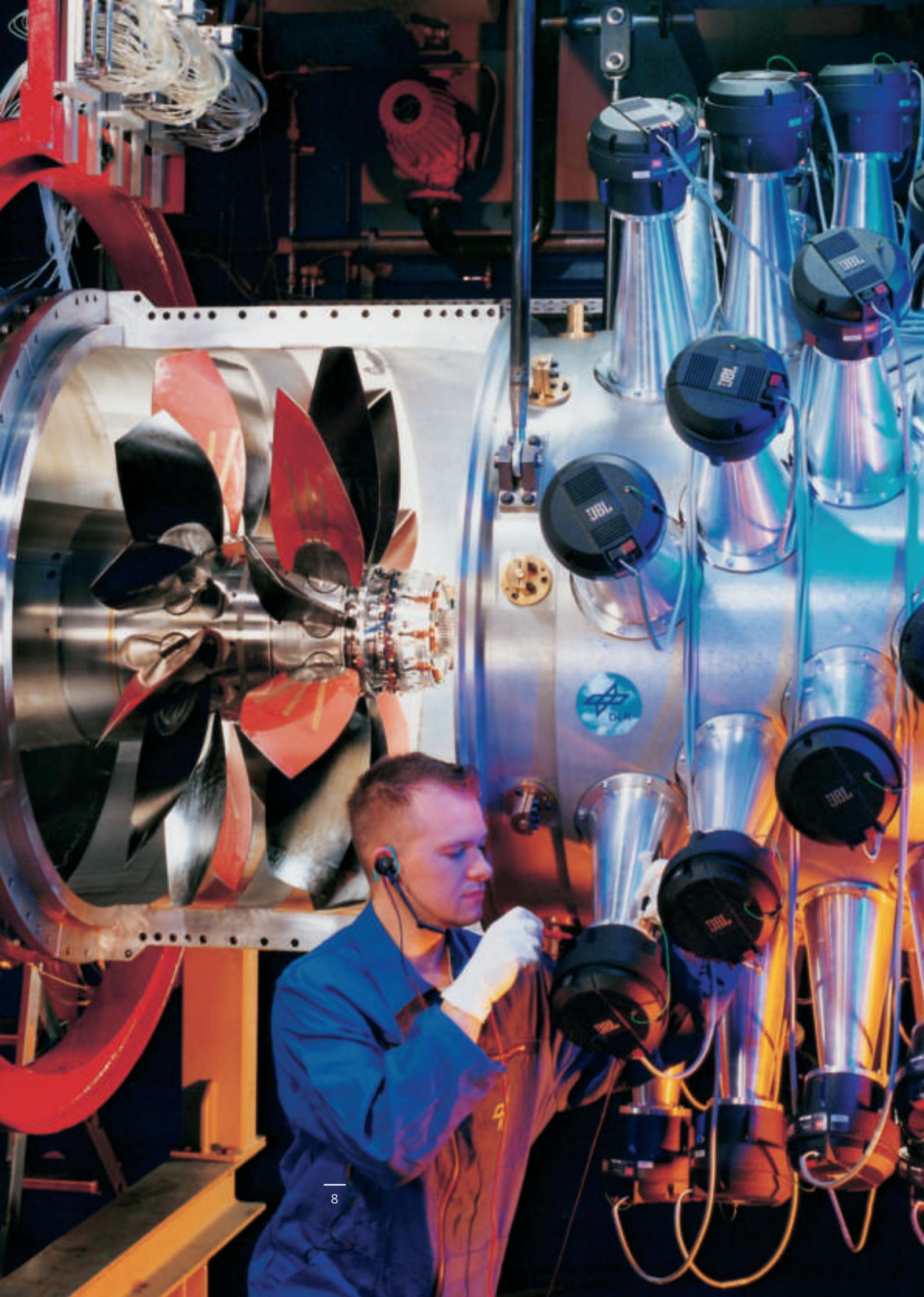
Im zweiten Teil dieses Jahresberichts, der Unternehmensbilanz, bietet das DLR einen Einblick in seine Arbeits- und Funktionsweise als modernes Forschungsunternehmen. Seine hohe Drittmittelquote (über 40%) braucht einen Vergleich mit nationalen und europäischen Benchmark-Partnern nicht zu scheuen. Ungebrochen ist in diesem Zusammenhang die Dynamik bei der erfolgreichen Einwerbung von Mitteln aus dem Forschungsrahmenprogramm der EU. Die besonderen Merkmale des Forschungsunternehmens DLR, wie die konsequente Programmorientierung, die auch international anerkannte und unabhängig evaluierte Prozessorientierung der Administrativen und Technischen Infrastrukturen sowie die substanzielle Europäisierungsstrategie und die kohärente Strategie für das internationale Engagement werden dargestellt. Gleiches gilt für die weit vorangeschrittene Operationalisierung der Brückenfunktion des DLR zwischen Hochschulen und Industrie.

Rund 5100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an acht Standorten in Deutschland arbeiten engagiert an der Umsetzung der Mission des DLR. Sie alle haben die Herausforderungen angenommen, die dem DLR gestellt sind, Innovationskraft und Wachstum für die Zukunftssicherung unserer Gesellschaft zu fördern.



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult.  
Sigmar Wittig

Vorsitzender des Vorstandes





Forschungsbilanz

# FORSCHUNGSBILANZ

# Luftfahrt

**Drei bemerkenswerte wirtschaftliche, politische bzw. strategische Ereignisse der vergangenen Monate prägen das derzeit positive Bild des Luftverkehrs: Der Wiederanstieg des Luftverkehrs nach dem deutlichen Rückgang infolge der Ereignisse vom 11. September 2001 und von SARS setzt den langfristigen Trend der Steigerung der Nachfrage (Passagiere, Fracht), einhergehend mit einer Steigerung der Flugbewegungen, fort.**

**Auch der Erstflug des Airbus A380 am 27.4.2005, in das viele innovative Technologien – auch aus Forschungsergebnissen des DLR – eingeflossen sind, setzt positive Signale für die Zukunft. Politisch wichtig war die Veröffentlichung der Strategic Research Agenda (SRA2) des Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE), in der aus vier Szenarien zur Entwicklung des europäischen Luftverkehrssystems wesentliche Technologiefelder abgeleitet wurden, deren Bearbeitung in den nächsten Jahren vordringlich wird.**

Diese Technologiefelder bilden die Grundlage für die Ausrichtung der künftigen nationalen und europäischen Forschungsprogramme und stellen sowohl für das DLR als auch für seine in Netzwerken verbundenen industriellen und wissenschaftlichen Partner eine Herausforderung dar. Das DLR ist für diese Aufgaben gut gerüstet, da es aufgrund der disziplinübergreifenden Kooperationen der DLR Institute komplexe Themenstellungen aufgreifen und abarbeiten kann, als auch im Rahmen bestehender Kooperationsvereinbarungen auf das Know-how der Partneereinrichtungen zurückgreifen kann.

Ein wesentlicher Partner des DLR ist die französische Forschungsanstalt ONERA, mit der das DLR seine erfolgreiche Kooperation auf dem Gebiet der Hubschrauber um das Gebiet der Starrflügler ausgeweitet hat. Erste gemeinsame Projekte, wie der umfangreiche und für die Zulassung des Airbus A380 wichtige Stand-schwingungsversuch unmittelbar vor dessen Erstflug oder die harmonisierte Entwicklung von CFD-Verfahren bei beiden Forschungseinrichtungen im Projekt MIRACLE wurden erfolgreich abgeschlossen. Auch die seit einigen Jahren vorbereitete Kooperation des DLR mit der niederländischen NLR wurde formal abgeschlossen. Hier gilt es, das beiderseitige Wissen um moderne Verfahren der Flugführung zu bündeln, auszubauen und gemeinsam zu vermarkten. Beide Einrichtungen verfügen über richtungsweisende Simulationsanlagen, wie Flug- und Tower-Simulatoren.

Über die DLR-Aktivitäten auf diesem Gebiet und über andere wichtige Themenstellungen aus den fünf Programmthemen des Schwerpunkt Luftfahrt zu Starrflügler-, Hubschrauber- und Triebwerkstechnologien, zum Luftverkehrsmanagement sowie zur Umweltproblematik sollen die folgenden Kurzberichte Auskunft geben.

## AWiTech

### Adaptive Wing Technologies

Die stark gestreckten Flügel moderner Verkehrsflugzeuge weisen im Flug eine ausgeprägte Interaktion zwischen aerodynamischen Kräften und den daraus resultierenden strukturellen Deformationen auf. Sowohl im Reiseflug als auch bei Start und Landung stellen sich aeroelastische Gleichgewichtszustände ein, die von Randbedingungen wie zum Beispiel der Flughöhe oder der Flugzeugmasse abhängig sind.

Nimmt etwa die Flugzeugmasse aufgrund des Treibstoffverbrauchs ab, nehmen die Flügel eine andere Gleichgewichtslage ein als bei vollen Tanks. Dadurch weicht die effektive Flügelform im Flugverlauf von ihrem aerodynamischen Optimum ab und die Flugleistungen werden reduziert. Das DLR Projekt AWiTech (Adaptive Wing Technologies) hat Konzepte für anpassungsfähige Strukturen erarbeitet, die für ein weites Spektrum an Randbedingungen die bestmöglichen Flugleistungen ermöglichen – ohne dabei die Gesamtleistung des Systems durch Erhöhung der Masse zu senken.

Anhand des F11 Modells, das als Studie im Rahmen der Airbus A380 Entwicklung entworfen wurde, konnte ein Steifigkeitsdesign entwickelt werden, welches besonders die Kopplung zwischen Biegung und Torsion reduziert. Dieses ist einer der dominanten Effekte mit negativem Einfluss auf die Flugleistungen stark gepfeilter Flügel. Im Zentrum des Konzepts steht die fortschrittliche Anwendung von Faserverbundwerkstoffen unter Ausnutzung der gerichteten Eigenschaften („Aeroelastic Tailoring“).

Im Hochauftriebsflug nimmt der Spalt zwischen Flügel und der ausgefahrenen Landeklappen eine zentrale Bedeutung ein. In AWiTech wurde die Elastizität der Klappen dahingehend optimiert, dass auch bei unterschiedlichen Klappenstellungen

sehr günstige Spaltgeometrien im aeroelastischen Gleichgewicht vorliegen. Die Integration multifunktionaler Materialien erlaubt darüber hinaus eine aktive Anpassung der Form, die durch weitere Spaltverbesserung die Hochauftriebsleistung steigert beziehungsweise durch Substitution von Versteifungen die Masse senkt („Adaptronik“).

Eine bedeutende Grundlage für die Arbeiten ist die Kopplung von Expertensystemen zur Berechnung der Aerodynamik und der Strukturmechanik, um so die Aussagen in beiden Disziplinen mit der notwendigen Präzision zu liefern. Neben den Strukturkonzepten sind auch die entwickelten numerischen Verfahren und Werkzeuge wertvolle Ergebnisse von AWiTech, die erfolgreich in weiterführenden Projekten zum Einsatz kommen.

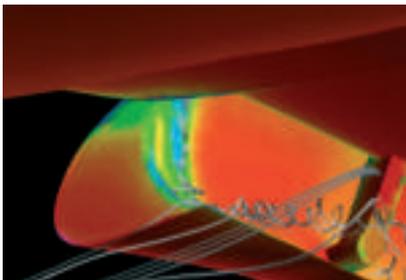
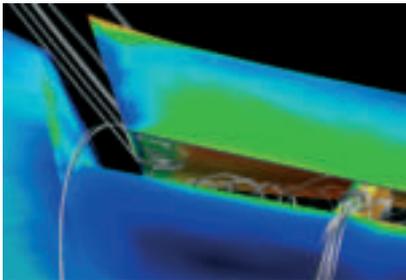
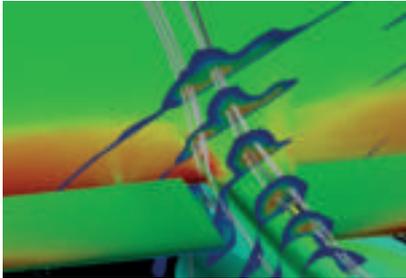
## Projekt MIRACLE

### Harmonisierte Entwicklung von CFD-Verfahren bei ONERA und DLR: Das Deutsch-Französische Projekt MIRACLE

Das Ziel des 2004 gestarteten Projektes MIRACLE ist die Harmonisierung der Entwicklung von Verfahren der computer-gestützten Strömungssimulation (CFD – Computational Fluid Dynamics) bei ONERA und DLR. Damit lassen sich die verfügbaren Ressourcen optimal nutzen und die Anforderungen der Europäischen Luftfahrtindustrie noch besser erfüllen. Die Entwicklungsschwerpunkte liegen auf der französischen Seite beim strukturierten Strömungslöser elsA und auf der deutschen Seite beim unstrukturierten Löser TAU, wobei das Know-How der jeweils anderen Seite in die Entwicklung eingebracht wird.



Biegung und Verwindung am aeroelastisch deformierten Flügel



TAU-Berechnungen einer Hochauftriebskonfiguration. Oben: Stromlinienverlauf über der Triebwerksgondel, Mitte und unten: Wirbelentstehung an der Seitenkante und an der Halterung einer Nasenklappe

So wurde die implizite Behandlung der Turbulenzgleichungen aus dem strukturierten DLR-CFD-Verfahren FLOWer in den französischen elsA-Code übertragen. Ein wichtiges Ergebnis bei der Weiterentwicklung des DLR-TAU-Codes war die Einführung eines impliziten Zeitschrittverfahrens, welches die erforderliche Rechenzeit deutlich verringert. Eine wesentliche Eigenschaft eines unstrukturierten Verfahrens ist die Möglichkeit, das Rechenetz automatisch lokal zu verfeinern, so dass wichtige Strömungsphänomene sehr genau berechnet werden können, ohne das gesamte Netz zu verfeinern, was zu einem unakzeptabel hohen Gesamtrechenaufwand führen würde. Das Verfahren zur lokalen Netzverfeinerung wurde vollständig parallelisiert und kann nun auf preisgünstigen PC-Parallelrechnern effektiv eingesetzt werden.

Insbesondere bei Hochauftriebskonfigurationen mit ihren vielen geometrischen Details zeigt sich der Vorteil eines unstrukturierten Verfahrens. So lassen sich solche Strömungsphänomene untersuchen und gezielt für eine Auslegung nutzen, die in der Vergangenheit bestenfalls durch sehr aufwändige experimentelle Untersuchungen bewertet werden konnten.

## Optische Messtechnik

### Berührungsloses Erfassen von Drücken

Drucksensitive Farben (Pressure Sensitive Paint, PSP) eignen sich hervorragend zur flächigen Erfassung von Strömungsphänomenen an Modellen in Windkanälen. Hierbei handelt es sich nicht allein um qualitative Sichtbarmachung, sondern

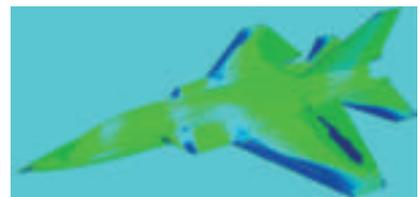
auch um eine quantitative Druckmessung mit einer Genauigkeit von bis zu  $\pm 1$  mbar auf dem zu untersuchenden Modell.

Der Vorteil der PSP-Methode gegenüber konventioneller „Röhrchentechnik“ liegt darin, dass nicht nur entlang einer bereits bei der Modellfertigung festzulegenden Druckbohrungsreihe gemessen werden kann, sondern über dem gesamten beschichteten Modellbereich.

Ist die Druckverteilung von allen Seiten auf der Modelloberfläche durch PSP aufgenommen worden (360°-PSP), können Kräfte und Momente, die auf das gesamte Modell oder auch auf Einzelbauteile wie Ruder oder Höhenleitwerk wirken, bestimmt werden. Durch die Anwendung von 360°-PSP ist es möglich, Linearisierung oder Extrapolation bei der Bestimmung der aerodynamischen Kräfte zu vermeiden und zudem Gittergenerierung sowie CFD Rechenzeit zu minimieren. Die Ergebnisse sind damit für die Weiterentwicklung und Validierung numerischer Verfahren von großem Wert.

Den vom Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik im Rahmen einer Kooperation mit der Universität Hohenheim entwickelten drucksensitiven Farben wurde von Seiten EADS und Airbus hohes Potenzial eingeräumt, da eine Reduzierung der Modellfertigungskosten und der notwendigen Windkanalbelegung möglich wird.

Derzeit erfolgt die Weiterentwicklung der drucksensitiven Farben für die Erfassung von instationären Strömungsphänomenen.



Mit Hilfe von drucksensitiven Farben wird an einem EADS-MAKO-Modell im High Speed Tunnel des DNW die Druckverteilung an der gesamten Modelloberfläche erfasst

## Standschwingungsversuche am Airbus A380

### Versuchsreihen durch DLR und ONERA

Anfang 2005 wurde mit dem so genannten Standschwingungsversuch am Airbus A380 die zentrale Messkampagne vor dessen Erstflug in Toulouse erfolgreich abgeschlossen. Spezialisten vom Institut für Aeroelastik des DLR in Göttingen führten den Versuch in Kooperation mit Ingenieuren und Technikern der französischen ONERA (Office National d' Études et de Recherches Aérospatiales) durch. Die erzielten Messergebnisse dienen als Basis für den aeroelastischen Zertifizierungsprozess und somit für die Zulassung des größten und modernsten zivilen Flugzeugs der Welt.

Flugzeuge wie der A380 sind Leichtbaukonstruktionen, die sich im Betrieb elastisch verformen. Durch das Zusammenspiel von Massen-, Feder- und Luftkräften können selbst erregte Schwingungen auftreten, die bereits bei der Auslegung eines Flugzeugs und bei der Festlegung seiner Betriebsgrenzen berücksichtigt werden müssen. Im Rahmen des Standschwingungsversuchs werden die Eigenschwingungen der Flugzeugstruktur am Boden bestimmt, um den Nachweis der Flattersicherheit führen zu können, der in der Musterzulassung eines neuen Typs gefordert wird. Auf Grundlage dieser Messungen wird das Flatterverhalten des gesamten Flugzeugs simuliert, und es wird somit der operationelle Bereich der Reisegeschwindigkeiten festgelegt. Weitere Tests werden im Erstflug und in der kompletten Flugtest-Kampagne durchgeführt.

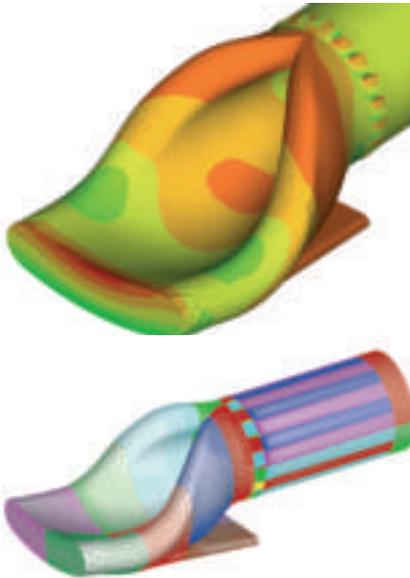
Während der erste A380 feierlich enthüllt wurde, arbeiteten Ingenieure und Techniker des DLR und der französischen ONERA unter Hochdruck an dem zweiten komplett montierten A380 in

Toulouse. Die im Versuch eingesetzte Messanlage erfasste die mehr als 800 über das gesamte Flugzeug verteilten Sensoren simultan. Rund 25 Kilometer Kabel waren notwendig, um jeden der hoch spezialisierten und sensiblen Aufnehmer zu erreichen. Rund 20 elektrodynamische Erreger versetzten das Flugzeug in Schwingungen. Die eigentliche Versuchsdurchführung orientierte sich an einer Strategie, die in den letzten Jahren von DLR und ONERA entwickelt und in Standschwingungsversuchen an den Vorgängern des A380 verfeinert wurde. Im Test wurden die Daten vor Ort parallel zur laufenden Messung vollständig analysiert. Zum einen wird dadurch die Messung selbst effizienter, und zum anderen konnte schon während des Versuchs ein realistisches Bild des Schwingungsverhaltens gewonnen werden, so dass Airbus schon frühzeitig mit den weiteren für die aeroelastische Zertifizierung notwendigen Rechnungen beginnen konnte. Es wurden rund 100 Eigenschwingungsformen im zu untersuchenden Frequenzbereich identifiziert, mit Abstand die meisten, die je in einem Standschwingungsversuch an Airbus-Großraumflugzeugen aufgespürt wurden. Dies ist im Wesentlichen auf die neuartige Konstruktion zurückzuführen. So werden zum Beispiel die Querruder an den Tragflächen in geteilter Bauweise und nicht, wie herkömmlich, als ein Bauteil ausgeführt.

Das Joint Venture zwischen deutscher und französischer Spitzenforschung, also die Bündelung von fachlichen Kompetenzen im internationalen Testteam, hat hier im industriellen Kontext exzellent funktioniert. DLR und ONERA haben einmal mehr ihre Spitzenposition im Bereich der Standschwingungstechnik unter Beweis gestellt und werden auch in Zukunft Großversuche gemeinsam durchführen und damit auch bezüglich künftiger Großraumflugzeuge eine entscheidende Rolle spielen.



Der Airbus A380-800 beim von DLR und ONERA durchgeführten Standschwingungsversuch in Toulouse, Frankreich (Copyright Airbus S.A.S.)



Gitternetz und Rechenergebnis (statischer Druck) eines Triebwerk-Einlaufes

## TRACE

### Strömungssimulation im Triebwerk

Am Institut für Antriebstechnik wird unter dem Namen TRACE ein Simulationssystem für die Berechnung von dreidimensionalen stationären und instationären Strömungen durch eine oder mehrere Schaufelreihen einer Triebwerkskomponente entwickelt. Das Programm wird erfolgreich DLR-weit und an Universitäten für wissenschaftliche Fragestellungen zu Turbomaschinenströmungen angewendet. Überdies wird TRACE zur Auslegung von Flugtriebwerks- wie auch stationärer Gasturbinenkomponenten eingesetzt und ist bereits im Designprozess des langjährigen Allianzpartners MTU Aero Engines integriert.

Einer der aktuellen Entwicklungsschwerpunkte der numerischen Modellierung bildet die Abbildung komplexer Geometrien. Die noch offene Lücke zwischen Messungen und Rechenverfahren wird größtenteils geschlossen, wenn die maximale Anzahl geometrischer Details (Nichtperiodizitäten, Spaltmaße, Oberflächenrauigkeiten und Kavitäten) im numerischen Modell abgebildet werden. Einen ersten Schritt dazu stellt die Erweiterung von TRACE für hybride Gitternetze dar. Bei der Abbildung einer komplexen Geometrie durch ein numerisches Rechengitter bietet die Verwendung von Dreiecken (unstrukturierte Netze) im Gegensatz zu herkömmlichen strukturierten Rechteckselementen eine enorme Vereinfachung bei der Gittergenerierung. Dies ermöglicht in erster Linie eine extrem flexible und effiziente Erzeugung der Rechengitter als Basis für die numerische Simulation. Jüngstes realitätsnahes Beispiel einer solchen Anwendung ist der Einlauf zum TP400-Triebwerk, dem

Antriebsaggregat für den Propeller des europäischen Militärtransporters A400M. Der verzweigte Einlauf führt hier zu starken Strömungsinhomogenitäten, die sich über den gesamten Umfang verteilen. Für die Auslegung des nachfolgenden Verdichters muss daher die gesamte Zuströmung bekannt sein. So wurde der dreidimensionale Einlauf (unstrukturiert) und die ersten Statorreihen (strukturiert) über den vollen Umfang vernetzt.

## Fortschrittliche Flugzeugstrukturen

### Neue Fertigungsverfahren

Aufgrund der stetig steigenden Kosten für Entwicklung und Bau von Kampfflugzeugen ist es erforderlich, kosteneffizientere Fertigungsverfahren zu entwickeln und zudem die Leistungsfähigkeit der Flugzeuge zu steigern, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen.

Mit diesem Ziel wurden im Rahmen des DLR – EADS Leitprojektes „Fortschrittliche Flugzeugstrukturen II“ neue Preform- und Harzinfiltrationstechnologien entwickelt und erprobt. Zur Steigerung des Preformanteils in der Fertigung wurden Verfahren für deren Herstellung und Handhabung erarbeitet. Die Infiltration der Preforms wurde anhand typischer Bauteile erprobt, um ein abgestimmtes Fertigungsverfahren für Innenstrukturen zu entwickeln und zu qualifizieren. Die Harzinfiltrationsverfahren (VARI und SLI) wurden weiterentwickelt, um die Fertigung komplexer dreidimensionaler Bauteile von höchster Qualität zu ermöglichen. Um das Potenzial der Verfahren zur Kosteneinsparung darzustellen, wurden identische Bauteile mit unterschiedlichen Verfahren gefertigt und dabei Bauteilqualität und Fertigungsaufwand bewertet. Durch Reduzierung des Energiebedarfs bei der Fertigung sollen so die Fertigungskosten insgesamt verringert werden.

Ein weiteres Ziel ist die Verbesserung der Flugeigenschaften durch Steigerung der Manövrierbarkeit. Dieses Ziel soll durch den Einsatz aktiv elastisch verformbarer Strukturen erreicht werden, die durch kontinuierliche Anpassung der Flügelkontur eine effizientere Kontrolle der aerodynamischen Kräfte erlauben. Dazu wurde ein Konzept für einen formvariablen Außenflügel entwickelt, der die Aufgaben der konventionellen äußeren Klappe eines Kampfflugzeuges in allen Flugmanövern (Rollsteuerung, Manöverlastabminderung, Landung) vollständig übernimmt.

Hohe Materialkosten beschränken derzeit den Einsatz signaturarmer (Stealth-) Strukturen auf wenige Bereiche am Flugzeug. Um die Signatur weiter zu verringern und damit die Tarnung zu verbessern, wurden entsprechend kostengünstige Stealth-Bauweisen entwickelt, die verbesserte Tarneigenschaften (zum Beispiel Breitbandigkeit) mit den erforderlichen Struktureigenschaften verbinden.

Um der wachsenden Anzahl von Antennen in Kampfflugzeugen und dem damit verbundenen großen Flächenbedarf gerecht werden zu können und die geforderte Richtbarkeit zu realisieren, müssen Antennen zukünftig in die Primärstruktur integriert werden. Dazu wurden im Rahmen des Projektes erarbeitete Fertigungsverfahren an die hohen Anforderungen hinsichtlich Strahlereigenschaften angepasst, ohne dabei die Struktureigenschaften der betroffenen Bereiche zu beeinträchtigen. Die Funktion der integrierten Antenne wurde unter anderem an einem Versuchsbauteil experimentell nachgewiesen.

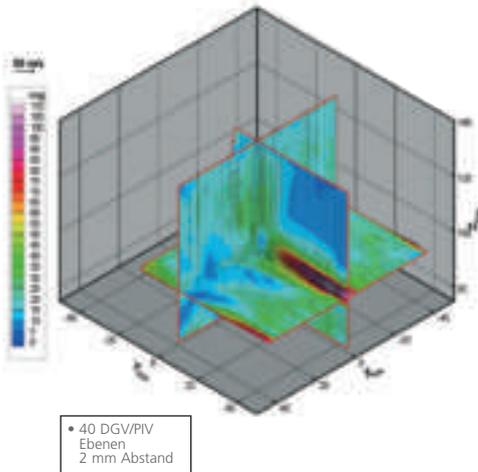
## Wirbelschleppemessung aus der Luft

### LIDAR aufgerüstet für Charakterisierung der Wirbelschleppen

Im Rahmen des DLR-Projektes Wirbelschleppemessung und des EU-Projektes AWIATOR wurde der Nachweis erbracht, dass es möglich ist, die Wirbelschleppen hinter einem Flugzeug aus der Luft von einem anderen Flugzeug aus mit Hilfe eines Lidars zu erfassen und zu charakterisieren. Bei dem Versuch wurden die Wirbelschleppen von dem DLR-Testflugzeug ATTAS in 2000 m Höhe erzeugt und mit dem ca. 900 m darüber fliegenden DLR-Forschungsflugzeug Falcon vermessen. Hierzu wurde das Lidar des Instituts für Physik der Atmosphäre mit einem neuen Scanner versehen und über dem Bodenfenster der Falcon eingebaut. Mittels eines an der linken Flügelspitze des ATTAS angebrachten Rauchgenerators wurde das Rückstreuungssignal verstärkt, da es sich beim ATTAS um ein relativ kleines Flugzeug mit entsprechend schwacher Wirbelschleppemessung handelt. Bisher war nur die Detektion und Charakterisierung bodennaher Wirbelschleppen möglich. Die luftgetragene Messmethode ermöglicht nun auch die Vermessung von Wirbelschleppen, die sich oberhalb der atmosphärischen Grenzschicht befinden. Ausgehend von diesen viel versprechenden Ergebnissen soll die neue Messstrategie in einer zweiten Messphase im Januar/Februar 2006 zum Einsatz kommen.



Die Wirbel des ATTAS, hier beim Start des VFW 614, wurden erstmals mit einem LIDAR von einem anderen Flugzeug (Falcon) aus vermessen



Geschwindigkeit in der Mischzone bei 2 bar

## ADTurB II

### Advanced Design of Turbines and Blades

Im Rahmen des europäischen Forschungsvorhabens ADTurB II (Advanced Design of Turbines and Blades) wurden detaillierte aerodynamische und aeroelastische Untersuchungen an HD-Turbinenstufen mit unterschiedlich abgestimmten Statorn und Rotoren durchgeführt. Ziel war die Bestimmung des Einflusses niederfrequenter Instationaritäten (Low Engine Order) des Statornachlaufs auf den nachfolgenden Rotor. Durch die gleichzeitige Bestimmung der instationären Anregung der Rotorschaukeln und der instationären Schaufelreaktion konnte der Zusammenhang zwischen bestimmten Schwingungsformen der Rotorschaukel und den zeitabhängigen Strömungskräften, die durch (periodisch veränderliche) Statornachläufe verursacht werden, ermittelt werden. Insbesondere wurde die niederfrequente Anregung der Rotorschaukeln untersucht, die aus geringen geometrischen Abweichungen der Statorgeometrie vom Sollwert resultieren. Im Experiment wurde dazu der engste Querschnitt der Statorpassagen und die Ausblaseleistung (Blockierung einzelner Schaufeln) periodisch variiert. Es zeigte sich, dass zwischen der Auslegungskonfiguration mit konstantem engstem Querschnitt und konstanter Ausblaserate sowie „verstimmt“ Statorgeometrien

nur geringe Abweichungen der instationären Strömungsgrößen vorliegen; den größten Einfluss auf die Anregung der Rotorschaukeln hat die Blockade der Ausblaseluft. Eine sinusförmige Variation des engsten Querschnitts resultiert in einer mehr oder weniger dominanten 1. Harmonischen dieser Low Engine Order-Anregung, während eine periodische Blockade einzelner Ausblaseraten zu einer breitbandigen aerodynamischen Anregung mit höheren Harmonischen führt. Das Bild zeigt im Abströmfeld des Stators die aus einer Fourieranalyse ermittelten Amplituden von Abströmmachzahl und -winkel bei einer Variation des engsten Querschnitts und der Ausblaseleistung entsprechend einer 5. Engine Order. Interessant sind die unterschiedlich angeregten höheren Harmonischen unterhalb der Schaufelfrequenz (43 Schaufeln auf dem Umfang).

## Large Eddy Simulation

### Validierungsdaten für Brennkammer-Simulation erzeugt

Ein Datensatz zur Verifikation von Brennkammer-Berechnungsverfahren auf Grundlage der Grobstruktursimulation LES (Large Eddy Simulation) wurde erarbeitet.

Für Flugtriebwerksbrennkammern ist die Beherrschung des Mischungsprozesses von Brennstoff und Luft aber auch die der Vermischung von Primär- und Sekundärluft von entscheidender Bedeutung. Ihre Vorausberechnung ist mit den heute der Industrie zur Verfügung stehenden Werkzeugen noch nicht möglich. Große Hoffnungen knüpfen sich an die Einführung instationär arbeitender Berechnungsprogramme. Zur Überprüfung ihrer Einsatzmöglichkeiten ist ein Vergleichsfall notwendig, der die Bandbreite der wesentlichen Phänomene von Strömung und Reaktion abdeckt.

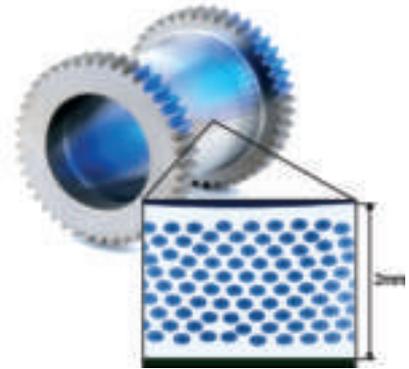
Dazu hat das DLR eine generische Triebwerksbrennkammer mit weitem optischem Zugang gebaut und einen Brenner entwickelt, der den Einsatz der Messverfahren in seinem unmittelbaren Nahfeld erlaubt. Das Geschwindigkeitsfeld der Primär- und Mischzone wurde mit planaren Verfahren gemessen und bildet die instationären Charakteristika der Brennerströmung und der Strahlmischung ab. Die Temperatur- und Speziesverteilung in der Primärzone wurde simultan bestimmt. Somit stehen erstmals in einer triebwerksnahen Brennkammer bei realistischen Drücken und Eintrittstemperaturen das turbulente Geschwindigkeitsfeld und Verteilungen des turbulenten Mischungsbruchs zur Verfügung.

## Titanmatrix-Verbundwerkstoffe

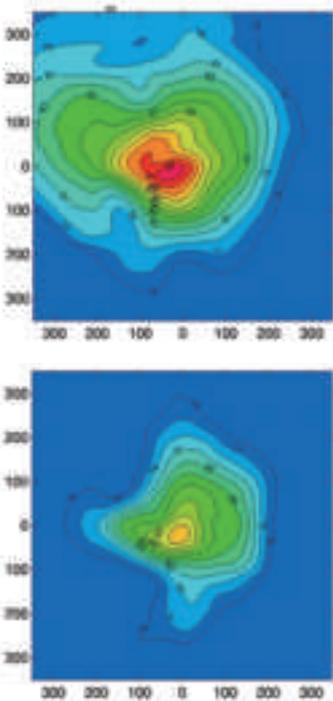
### Anwendung auf Antriebswellen eines Flugtriebwerks

Im Institut für Werkstoff-Forschung werden Titanmatrix-Verbundwerkstoffe (TMCs: „Titanium Matrix Composites“ oder SiC-faserverstärkte Titanlegierungen) nach einem im Hause entwickelten und patentierten Verfahren hergestellt. TMCs sind aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften besonders attraktiv für Anwendungen im Flugtriebwerk. Das geringe spezifische Gewicht von  $4\text{g/cm}^3$  (bei einem Faservolumenanteil von 40 %) macht den Werkstoff besonders für rotierende Bauteile interessant, bei denen die Einsatztemperatur als Folge der Oxidation der Titanmatrix auf  $550^\circ\text{C}$  begrenzt ist. In der Vergangenheit wurde

in Kooperation mit der MTU und anderen Instituten des DLR der Einsatz der TMCs im Kompressor; im Bling („bladed ring“) und in Schaufeln untersucht. In neueren Vorhaben (z. B. in einem trilateralen wehrtechnischen und einem EU-Vorhaben mit allen namhaften europäischen Triebwerksherstellern) wird das Potenzial der TMCs für Antriebswellen des Flugtriebwerkes untersucht. Die TMCs können durch ihre hohe Steifigkeit und Festigkeit ein größeres Drehmoment bei gleichem Wellendurchmesser übertragen. Außerdem ermöglicht der Faser-verbundwerkstoff eine Optimierung des maximalen Drehmomentes durch Einstellung der Faserorientierung. Die kleinskalige Welle im Bild verfügt über eine Faserorientierung von  $45^\circ$  zur Wellenachse (siehe Schnitt senkrecht zur Wellenachse), die zu einer maximalen Torsionsfestigkeit und -steifigkeit in Bezug auf das Antriebsmoment führt.



Maximale Torsionsfestigkeit und -steifigkeit in Bezug auf das Antriebsmoment aufgrund der Faserorientierung von  $45^\circ$  zur Wellenachse



Landeanflug des Hubschraubers FHS, Lärmpegel am Boden (Fluggeschw. 120 km/h, Flughöhe 100 m)

Oben: Normalanflug 6 Grad  
Unten: Steilanflug 15 Grad

## Hubschrauber-Anflüge leiser

### Flugversuche am Flughafen Cochstedt

Aufgrund der aerodynamischen und flugmechanischen Bedingungen erzeugen Hubschrauber bei verschiedenen Flugzuständen (Flugbahn, Geschwindigkeit, Flugmanöver) deutlich unterschiedlichen Lärm, der von einem Beobachter am Boden wahrgenommen wird. Um diesen Umstand für die Reduzierung der Lärmbelastung durch Hubschrauber zu nutzen, wurden auf dem Flughafen Cochstedt umfangreiche Flugversuche durchgeführt.

Gegenüber früheren Versuchen konnten wesentliche Verbesserungen erzielt werden: Es wurden zwei Forschungshubschrauber des DLR, BO105 und EC135-FHS, eingesetzt, die zu den weltweit am besten instrumentierten Hubschraubern gehören. Ein neues Lärm-Messsystem, bestehend aus 43 Mikrofonen, die drahtlos mit der Zentralstation verbunden sind, wurde über eine Fläche von 800 m Durchmesser am Boden verteilt. Und die systematische Versuchsmatrix enthielt ca. 400 Überflüge der Hubschrauber mit stationären Flügen und mit Manöverflügen in der gesamten Flugenveloppe der Hubschrauber.

Die einmalige Datenbasis wird zurzeit ausgewertet mit dem Ziel, lärmarme Anflugbahnen für Hubschrauber zu bestimmen. Erste Ergebnisse zeigen, dass eine erhebliche Lärmreduktion am Boden, über 6 dB(A), möglich ist. Die errechneten

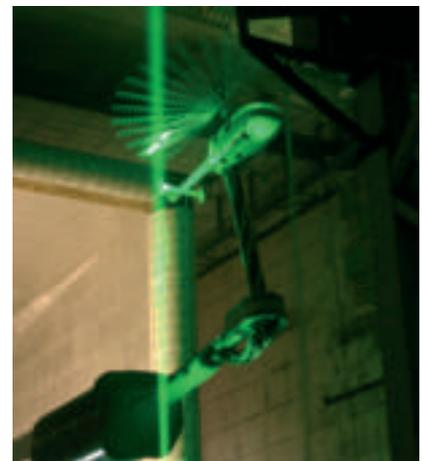
lärmarmen Flugbahnen sind allerdings komplexer als Standardbahnen und für den Piloten schwieriger zu fliegen, so dass er durch geeignete Führungs- und Regelsysteme (pilot assistant) unterstützt werden muss. Im Projekt PAVE (Pilot Assistant in the Vicinity of Helipads) werden entsprechende Unterstützungssysteme für den Piloten entwickelt.

## Vibrationen und Lärm auf der Spur

### Erste Ergebnisse im europäischen Projekts HeliNoVi

Ziel des europäischen Projekts HeliNoVi (Helicopter Noise and Vibrations) ist die Reduktion von Lärm und rotorinduzierten Vibrationen bei Hubschraubern. Dabei wird insbesondere der Einfluss der Interferenzen zwischen Hauptrotor, Heckrotor und Rumpf systematisch untersucht.

Das BO105 – Windkanalmodell (Maßstab 1:2,5) des DLR wurde derart modifiziert, dass wesentliche Parameter während der



Aerodynamische und akustische Messsysteme im Windkanal (DNW-LLF)

Testkampagne verändert werden konnten: zwei Heckrotor-Konfigurationen wurden jeweils in ihrer Lage zum Hauptrotor, in der Drehrichtung und Drehzahl variiert, die Rumpfkantur wurde modifiziert. Durch Vermessung einzelner Komponenten (Hauptrotor, Heckrotor, Rumpf), deren Kombinationen und des Gesamthubschraubers, konnten die Interferenzeffekte isoliert und quantifiziert werden.

Das umfangreich instrumentierte Modell und die dynamische Waage sowie die aerodynamischen und akustischen Messsysteme im Windkanal (DNW-LLF) lieferten konsistente und vollständige Daten, die eine Analyse der einzelnen Phänomene, die Korrelation mit Flugversuchen und die Validierung der noch unzulänglichen Berechnungsverfahren ermöglichen. Als weiteres Ergebnis des noch laufenden EU-Projekts HeliNoVi werden Vorschläge für Maßnahmen zur Reduzierung der Vibrationen und des Lärms bei Hubschraubern erwartet.

## Dynamic Stall bei Hubschrauber-Rotoren

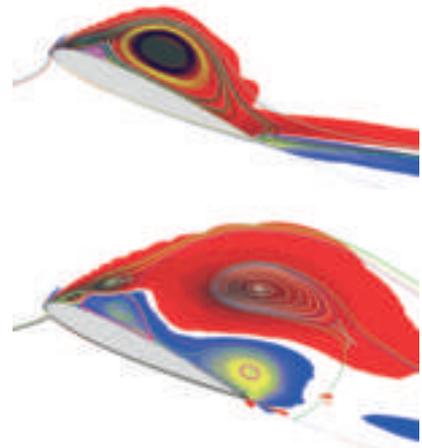
### Simulation und Validierung des Strömungsverhalten

Bei Hubschraubern im schnellen Vorwärtsflug und im Manöverflug mit hohem Auftrieb tritt am rücklaufenden Rotorblatt ein Strömungsverhalten auf, das als dynamisches Ablösen der Strömung oder „Dynamic Stall“ bezeichnet wird. Dieses drei-dimensionale Phänomen am oszillierenden Rotorblatt wird unter anderem bestimmt durch Effekte der instationären Strömung, Kompressibilität, Transition und Turbulenz. Obwohl in den vergangenen Jahren zahlreiche Arbeiten dieses komplexe Gebiet behandelt haben,

konnten die Vorgänge beim „Dynamic Stall“ noch nicht vollständig geklärt werden. Da der nutzbare Flugbereich von Hubschraubern (Fluggeschwindigkeit, Lastvielfaches, Steuerkräfte) durch diese Effekte deutlich eingeschränkt wird, besteht ein hoher Bedarf an verbessertem Verständnis, zuverlässigen Berechnungsverfahren und Möglichkeiten zur Beeinflussung der Strömungsvorgänge.

Unter Berücksichtigung der besonderen Kompetenz und Anlagen bei DLR und ONERA wurden in einem gemeinsamen Projekt die CFD-Verfahren für die Simulation derartiger Strömungen weiterentwickelt und durch sorgfältige Experimente in verschiedenen Windkanälen validiert. Ein Schwerpunkt der Arbeiten beim DLR lag in der Untersuchung einer aktiven Nasenklappe zur Beeinflussung der dynamischen Ablösung der Strömung. Durch CFD-Rechnungen und umfangreiche Experimente im Windkanal (DNW-TWG) konnte gezeigt werden, dass bei geeigneter Steuerung der Nasenklappe die Maximalwerte von Profilmoment und Widerstand deutlich reduziert werden konnten ohne einen entsprechenden Auftriebsverlust.

Auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse und Erkenntnisse zur Entstehung des Phänomens wird jetzt untersucht, inwieweit passive Elemente zur Beeinflussung der Strömungsbilanz am Rotorblatt eingesetzt werden können. Derartige Vorrichtungen könnten auch bei existierenden Rotorblättern zur Verbesserung des „Dynamic Stall“ Verhaltens Anwendung finden und damit den Flugbereich der Hubschrauber deutlich erweitern.



„Dynamic Stall“ am schwingenden Rotorblatt



„Rush-Hour“ auf dem Rollfeld

## Total Airport Management

### Optimale Flughafennutzung mit CLOU

Das DLR arbeitet seit dem Jahr 2000 an dem Thema „Total Airport Management“ – der Führung eines Flughafens aus einer ganzheitlichen Sicht. Bisher werden durch die unterschiedlichen Stakeholder an einem Flughafen (Airlines, Flugsicherung, Flughafen und Handling Agents) ihre Prozesse mehr oder weniger unabhängig voneinander optimiert. Durch erste CDM-Stufen (Collaborative Decision Making) hat man versucht, die Informationsbasis der Stakeholder zu harmonisieren, so dass jeder der Beteiligten zu jeder Zeit aktuelle und verlässliche Informationen hat, um in seinem Bereich die richtigen Entscheidungen zu treffen. In einem Total Airport Management sollen jetzt darüber hinaus Planung und Plan-Implementierung kooperativ aufeinander abgestimmt werden. Dazu soll ein neues Element zur Führung eines Flughafens entwickelt werden – ein Flughafen-Leitstand. In diesem Leitstand (der physikalisch oder virtuell ausgeprägt sein könnte) sollen Vertreter der einzelnen Stakeholder die Airport Operations – durch einen TOP (Total Operations Planner) unterstützt – mit einem prätaktischen Zeithorizont von ca. 3h vorplanen und untereinander abstimmen. Für die detaillierte Umsetzung dieser prätaktischen Pläne wird dann in den heute bereits vorhandenen Leitzentralen mit der Unterstützung der taktischen Planungssysteme (Arrival Manager, Turn-Around-Manager und Departure Manager) gesorgt.

In enger Zusammenarbeit mit der Deutschen Flugsicherung GmbH, der FRAPORT AG sowie der Deutschen Lufthansa AG hat das DLR eine erste Instanz

des beschriebenen TOP operationell und technisch konzipiert sowie prototypisch realisiert. Dieser Prototyp heißt CLOU (Cooperative Local Resource Planner). Für den Herbst des Jahres 2005 sind Evaluierungsversuche mit dem CLOU in einer von der TU-Berlin entwickelten Ereignis-Simulation geplant. Die Forschungsarbeiten wurden durch das LUF0III geförderte Verbundvorhaben K-ATM ermöglicht.

Der CLOU prognostiziert und analysiert die Verkehrsnachfrage und vergleicht diese mit einer prognostizierten Flughafenkapazität. Die FRAPORT AG hat in K-ATM aufbauend auf den Erfahrungen mit dem vom DLR entwickelten „Verkehrsmo-nitor“ jetzt ein System entwickelt, das in der Lage ist, ausreichend genaue Kapazitätsprognosen zur Verfügung zu stellen. Ausgehend von dieser Analyse von Kapazität und Nachfrage wählt der CLOU ein geeignetes Betriebsverfahren (Flughafennutzungsstrategie) und einen Arbeitspunkt (Anzahl der Starts und Anzahl der Landungen in einem Zeitfenster) für den Flughafen aus. Durch eine Zuordnung der einzelnen Flugzeuge und eine Steuerung der Flugzeugabflug- und -ankunftszeiten mittels sog. Zielzeiten wird auf die Verkehrsnachfrage eingewirkt. Die Randbedingungen von der CFMU werden berücksichtigt.

Optimierungskriterien dieses neuen Planungssystems sind eine kapazitätsge-rechte Ressourcenauslastung sowie die Pünktlichkeit des Luftverkehrs. Die Steuerung der einzelnen Flugzeuge soll in einer späteren Implementierung über die Central Flow Management Unit (CFMU), die Flugsicherung bzw. im Fernbereich über das Airline Operations Center erfolgen.

Zunächst soll mit diesem ersten Proto-typen der potenzielle Benefit untersucht werden. In weiteren Ausbaustufen des CLOU sind eine dynamische Optimierung der Abläufe sowie ein What-If-Probing für die Operateure vorgesehen, um mit dem Prototypen Realzeitsimulationen

durchführen zu können. Weiterhin ist eine „silent coordination“ der lokalen, taktischen Planungssysteme am Beispiel AMAN und DMAN vorgesehen.

## AT-One

### **Eine strategische Allianz auf dem Gebiet des Luftverkehrsmanagements**

Für die enge Kooperation mit dem National Aerospace Laboratory (NLR) der Niederlande auf dem Gebiet des Luftverkehrsmanagements wurde die Form einer strategischen Allianz gewählt. Die Vorbereitungen wurden im Jahr 2004 so weit abgeschlossen, dass die Verträge, die Managementstrukturen und die fachliche Zusammenarbeit im Folgejahr implementiert werden können. Die gemeinsamen Produkte, Dienstleistungen und Forschungsarbeiten sollen dann auch unter dem Markenzeichen AT-One vermarktet werden.

Die strategische Allianz mit dem NLR auf dem Gebiet des Luftverkehrsmanagements (Air Traffic Management, ATM) unter dem Namen AT-One beinhaltet ein gemeinsames Management der Forschungsarbeiten und der Abwicklung von Projekten für die Industrie, für Flughäfen, Flugsicherungen und öffentliche Auftraggeber, wie beispielsweise die Europäische Kommission.

Bereits im 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission sind beide Institutionen in mehreren, wichtigen Projekten vertreten. Die Zusammenarbeit innerhalb von AT-One führte bereits in diesen Projekten zu einer besseren Effizienz und zu besseren Gestaltungsmöglichkeiten.

Gemeinsames Auftreten am Markt, eine abgestimmte Planung der Forschungsarbeiten und der Investitionen sowie eine Harmonisierung der Forschungsanlagen sind Bestandteil der Allianz. Die Realisierung wurde mit der öffentlichen

Unterzeichnung einer Erklärung durch die Vorstände von DLR und NLR bei der Ausstellung „ATC Maastricht 2005“ begonnen. Auch das Markenzeichen AT-One wurde so der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

Das AT-One Implementierungs-Projekt (ATOI) beinhaltet sowohl organisatorische Aufgaben als auch die fachliche Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Flugführung des DLR und der Air Transport Division des NLR im Rahmen der strategischen Forschungsallianz. Innerhalb des Projekts wird ein dem DLR Institutsmanagement überlagertes gemeinsames AT-One Management eingerichtet. Neben den Direktoren von AT-One besteht dies aus Leitern fachlicher Einheiten (Areas of Expertise) und so genannten Business Managern. Notwendige Regeln der Zusammenarbeit, des Informationsaustausches und der Verantwortlichkeiten sind zu vereinbaren und die technische Infrastruktur einzurichten. Ebenso gehören Marketing und die externe und interne Kommunikation zu den Aufgaben, die zu lösen sind.

Die fachliche Zusammenarbeit, die eine gemeinsame strategische Planung und die Entwicklung gemeinsamer Produkte umfasst, erstreckt sich auch auf die Großanlagen, die zur Validierung und Entwicklung im Bereich des Luftverkehrsmanagements eingesetzt werden. So sollen im ersten Jahr des Projekts ATOI die Flugsicherungssimulatoren in Amsterdam und Braunschweig harmonisiert werden, so dass sie leistungsfähiger werden und kostengünstiger betrieben werden können. Synergieeffekte und Komplementarität stehen auch bei der weiteren Harmonisierung der Großanlagen in den beiden Folgejahren des Projekts im Mittelpunkt.

## ADVISE-PRO

### Visuelle Pilotenunterstützung

Enhanced Vision Systeme erlauben Piloten auch unter schlechten Sichtbedingungen, weiter nach „Sicht“ zu fliegen. Dabei wird die normale Außensicht durch die Anzeige von Sensorbildern ersetzt. Infrarotsensoren und Millimeterradarsensoren sind hierfür geeignete Sensoren, wobei MMW-Sensoren im Vergleich zu IR-Sensoren schlechtes Wetter viel besser durchdringen, jedoch sind Radarbilder



Anordnung des experimentellen RADAR-PAPI Systems auf dem Flughafen Braunschweig

deutlich schwerer zu interpretieren und erlauben in der Regel im Gegensatz zu IR-Bildern keine direkte Ableitung von vertikalen Führungsinformationen. Dazu wurde im Rahmen von ADVISE-PRO das aus dem Sichtflug bekannte Konzept der visuellen Führung mit Hilfe von PAPIs (Precision Approach Path Indicator) auf den Bereich der Millimeterwellen zur Unterstützung des Piloten bei Enhanced Vision Anflügen unter schlechten Sichtbedingungen erfolgreich übertragen. Für das sogenannte RADAR-PAPI Konzept wurden spezielle Radar-Reflektoren (Diplane-Reflektoren) entwickelt und gefertigt, die sich, bezogen auf die Reflektor-Normale, in horizontaler Richtung wie ein Retro-Reflektor, und in vertikaler Richtung wie ein Spiegel verhalten. Eine geeignete Anordnung mehrerer derartiger Diplane-Reflektoren mit unterschiedlichen Anstellwinkeln in der Nähe des Aufsetzpunktes der (Behelfs-)Landebahn erzeugt im Radarbild ein besonderes Muster, aus dem der Pilot sehr einfach eine Bestimmung der Position des Flugzeugs bezüglich des Soll-Gleitpfades ableiten kann. Die Machbarkeit des Konzepts wurde zum einen in Flugversuchen in Braunschweig auf die Landebahn „26-Gras“ mit dem Enhanced Vision Experimental System auf dem Do-228 Flugversuchsträger nachgewiesen, zum anderen haben Studien im Cockpit-simulator mit einer Vielzahl von Piloten gezeigt, dass bereits nach einer kurzen Trainingsphase alle Piloten in der Lage waren, nur mit Hilfe der Führung durch die RADAR-PAPIs unter CAT II Sichtbedingungen auf einer ohne weitere Navigationshilfen ausgestatteten Landebahn sicher zu landen.

# Virtual Tower

## Flughafen der Zukunft

„Virtual Tower“ bezeichnet die Vision einer rein sensorbasierten Leitzentrale zur Kontrolle des Flugverkehrs im Flughafenbereich ohne direkte Außensicht. Das Ziel mit einem Zeithorizont von 10-15 Jahren besteht in einem „Tower“ ohne Turmbauwerk, in dem die Außensicht durch die „Augmented Vision“ - Weitwinkelprojektion eines Videopanoramas mit integrierten Verkehrs- und Wetterinformationen ersetzt ist. Hauptmotivation ist die erwartete Kostenreduzierung der Bodenverkehrsüberwachung, die Erhöhung des Situationsbewusstseins der Lotsen sowie die verringerte Wetterabhängigkeit.

Die Idee des „Virtual Tower“ wurde als Gewinner des Visionen – Wettbewerbs in Form einer Konzeptstudie (2002 – 2004) in engem Kontakt mit dem Geschäftsbereich Tower der Deutschen Flugsicherung (DFS) zunächst zu einem Grobkonzept ausgearbeitet. Erste Schritte für eine Virtual Tower – Experimentalumgebung erfolgten u. a. durch geeignete Gestaltung einer hochauflösenden Großprojektion im neuen Leitstandsimulator des Institutes für Flugführung.

Die ViTo – Konzeptstudie lieferte die Grundlage für das neue DLR - Projekt „Remote Tower Operation Research“ (RapTOR, 2005 - 2007). In vier Arbeitspaketen wird hierbei das Teilziel der Fernüberwachung kleiner Flughäfen bearbeitet. Ein Bedarf hierfür hatte sich durch die Kooperation mit der DFS im Rahmen der Virtual Tower – Studie ergeben. Die Verkehrssteuerung und Überwachung erfolgt dabei von einem speziell gestalteten Remote Tower (RTO) – Arbeitsplatz im Tower eines entfernten größeren Flughafens. Design - Grundlage für den RTO – Arbeitsplatz ist eine Arbeits – und Aufgabenanalyse mit Unterstützung der DFS am Tower Halle – Leipzig in Kombination mit einem kognitiven Ressourcen- und Prozessmodell zur Simulation der neuartigen Arbeitsabläufe. Dies liefert

wesentliche Beiträge zur Arbeitsplatz- und Systemgestaltung. Parallel dazu wurde mit dem Aufbau des RTO – Experimentalsystems begonnen, das neben einer Weitwinkel – Großprojektion ein hochauflösendes Panoramakamerasystem als neue Komponente des experimentellen Bodenverkehrsüberwachungssystems am Forschungsflughafen Braunschweig enthält.

Echtzeit – Bildverarbeitung und Objekterkennung mit fortschrittlichen Methoden wird vom Institut für Verkehrsforschung und der Einrichtung Optische Informationssysteme in Berlin – Adlershof beigetragen.

Tests mit dem Gesamtsystem (Überwachung des Rollens am Boden sowie von Starts und Landungen durch einen Lotsen am RTO Arbeitsplatz-Demonstrator) sind für 2007 geplant.

Das DLR – Remote Tower– Experimentalsystem wird eine zentrale Rolle im EU – Projekt „ARTE“ spielen (Augmented Reality Tower –Research & Technical Evaluation, Konsortiumsleiter: SELEX Sistemi Integrati (vormals ALENIA – Marconi)), wo es als Entwicklungs- und Integrationsumgebung für ein experimentelles Virtual Tower System am Flughafen Malpensa/ Mailand vorgesehen ist.



Oben: Augmented Vision – Experiment am Tower Dresden mit transparentem holographischem Projektionsdisplay zur Überlagerung von Wetterdaten über die Aussensicht.

Unten: Kontrollzentrum mit rekonstruierter Außensicht (rechts) am Beispiel des 300°-Tower – Simulator-Sichtsystems als „Augmented Tower Vision“ – Experimentalumgebung (mit integrierten Flugnummern).

# Raumfahrtmanagement und Weltraum

Das DLR kann sowohl in seiner Agenturfunktion Raumfahrt als auch in seinem Forschungsprogramm Weltraum trotz angespannter Haushalts-situation auf ein sehr erfolgreiches Jahr zurückblicken.

Von spektakulären Bildern des Nachbarplaneten Mars und der erfolgreichen Landung der Huygens-Sonde auf dem Saturnmond Titan, über den wichtigen Einsatz von Satellitenbildern bei den Hilfsmaßnahmen nach der Tsunami-Katastrophe und die ersten Bewegungen eines Roboterarms im freien Weltraum erstrecken sich die wissenschaftlich-technischen Erfolge. In der Umsetzung der Raumfahrtpolitik geht das DLR in seiner Agenturfunktion in prominenter Rollenverteilung in die anstehenden Verhandlungen zur europäischen Raumfahrtpolitik im Rahmen der Ministerratskonferenz im Dezember 2005 und hat damit die Chance, die zukünftigen großen Raumfahrtperspektiven maßgeblich mitzugestalten.

## Raumfahrtmanagement:

### Europäische Raumfahrtpolitik (ESA/EU & Space Councils)

Der im Weißbuch vom 11.11.2003 vorgelegte Aktionsplan beschreibt eine erweiterte bedarfsorientierte Raumfahrt-politik. Es wird angestrebt, Raumfahrt-technologien zur Unterstützung der Politik der Europäischen Union zu nutzen. Im Entwurf der europäischen Verfassung wurde Raumfahrt als geteilte Kompetenz verankert. Damit wird die Rolle der EU in der europäischen Raumfahrt gestärkt. Ein Rahmenabkommen zur Zusammen-arbeit zwischen der EU und der ESA trat im Mai 2004 in Kraft.

Im November 2004 und im Juni 2005 trafen sich die ESA und die EU-Forschungs-minister zum ersten bzw. zweiten Welt-raumrat (Space Council). Dabei einigten sie sich zunächst auf einen Fahrplan für die Entwicklung eines gemeinsamen europäischen Raumfahrtprogramms. Beim zweiten Treffen verständigte man sich darauf, dass das Satellitennaviga-tionsprogramm Galileo und das satelliten-gestützte Umwelt- und Sicherheitssystem GMES die „Flaggschiffe“ der künftigen Raumfahrtaktivitäten der EU sein sollen. Ferner einigte man sich auf eine Aufgabenverteilung zwischen ESA und EU und die künftige Prioritätensetzung. Die Rolle der EU besteht nun darin, sinn-volle Raumfahrtanwendungen für Umweltschutz, Sicherheit, Information oder auch Verkehr zu identifizieren und zu fördern. Die zentrale Rolle der ESA liegt in der Entwicklung der Grundlagen, bei der Durchführung der Raumfahrt-aktivitäten und im Trägerbereich. Schließlich bestätigte der Weltraumrat auf seiner zweiten Sitzung, dass die Europäische Raumfahrtpolitik folgende Themen umfassen soll:

- eine Europäische Raumfahrtstrategie;
- ein Europäisches Weltraumprogramm, das dieser Strategie Rechnung trägt und die entsprechenden Kosten und Finanzierungsquellen widerspiegelt;

- eine Verpflichtung der Hauptakteure auf ihre Rollen und Verantwortlichkeiten;
- die wichtigsten Durchführungsgrundsätze.

Es ist vorgesehen, anlässlich des dritten Europäischen Weltraumrates Ende 2005 ein erstes Konzept für das Europäische Raumfahrtprogramm vorzulegen. Die Leitlinien dafür beruhen auf dem Rahmenabkommen zwischen der Europäischen Kommission und der ESA sowie der ESA-Konvention.

#### **ESA-Rückfluss**

Der Rückfluss in den ESA-Programmen an die deutsche Industrie war in den Jahren 2002 bis 2003 rückläufig. Bei einem Tiefststand von 0,91 Euro im 4. Quartal 2002 wurden, obwohl die Interventionsgrenze noch nicht erreicht war, Gegenmaßnahmen eingeleitet. Aufgrund von Ausgleichsvereinbarungen mit Frankreich (104 Mio. Euro) und der ESA (67,7 Mio. Euro) verbesserte sich der deutsche Rückflusskoeffizient im Laufe des Jahres 2003 deutlich. Ende 2004 lag der deutsche Rückfluss bei 1,03 und wies damit einen Überschuss von ca. 57 Mio. Euro aus. Auch zur Jahresmitte 2005 lag der Rückflusskoeffizient bei 1,01.

#### **Neue Vorsitzende in den ESA-Gremien**

Nachfolgend zur einstimmigen Wahl von Prof. Wittig zum Vorsitzenden des ESA-Rates auf Delegiertenebene am 22.06.05 wurde die Leitung der deutschen Rats-Delegation von Dr. Baumgarten übernommen. Herr Hohage, Leiter der OE-Trägersysteme im Raumfahrtmanagement, wurde zum Vorsitzenden des Programmrats Ariane vorgeschlagen

#### **Vorbereitung der Ministerratskonferenz**

In Vorbereitung der Ministerratskonferenz 2005, die am 5./6. Dezember 2005 in Berlin stattfinden wird, wurden eine DLR-Projektgruppe zur inhaltlichen Vorbereitung sowie ein Projektteam zur organisatorischen Vorbereitung und Durchführung der Konferenz eingerichtet. Auf dem ESA-Rat am 22.06.2005 wurde die Conference Working Group (CWG) zur ESA-seitigen Vorbereitung der ESA-Ministerratskonferenz eingesetzt.

## **Ariane-5ECA**

#### **Demonstrationsflug**

Auf dem Launcher-Sektor wurde mit dem erfolgreichen ersten Demonstrationsflug der Ariane-5ECA am 12. Februar 2005 ein überaus wichtiger Meilenstein im Recovery Plan erreicht, der von der ESA im Anschluss an den fehlgeschlagenen Erstflug dieses Trägertyps Ende 2002 aufgestellt worden war. Mit der erfolgreichen Mission V-164, bei der die Ariane einen spanisch-amerikanischen Telekommunikationssatelliten ins All transportierte, wurde eine wesentliche Grundlage für die zukünftige Vermarktung der Ariane-5 geschaffen.

## Erdbeobachtung mit EnMAP und TanDEM-X

### Aufruf für eine nationale Erderkundungsmission

Das DLR-Raumfahrtmanagement (RFM) hat aus den eingereichten Vorschlägen für eine nächste Erdbeobachtungsmission die Missionsvorschläge „EnMAP“ (Environmental Mapping and Analysis Programme) und „TanDEM-X“ (TerraSAR Add-on for Digital Elevation Measurements) ausgewählt. Für beide Vorschläge wird derzeit jeweils eine Phase-A-Studie durchgeführt. Anhand der Studien-Ergebnisse wird anschließend ein Vorschlag ermittelt, der ab 2005 mit den Phasen B/C/D/E als Mission realisiert werden soll. Der Start ist für 2009 vorgesehen.

Der Vorschlag EnMAP unter der Führung des GeoForschungszentrums Potsdam (GFZ) unterstützt von den industriellen Partnern Kayser-Threde, EADS Astrium und der Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung (GAF AG), beabsichtigt den Start eines Erderkundungssatelliten mit einem räumlich hoch auflösenden Hyperspektralinstrument. Hyperspektralaufnahmen bilden die Erdoberfläche in über 180 Farbkanälen räumlich und vor allem thematisch hoch auflösend ab und ermöglichen somit die Bearbeitung und Lösung von aktuellen wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus den Bereichen Umwelt, Landwirtschaft, Landnutzung, Wasserwirtschaft und Geologie in einem globalen Maßstab.

Die Kartierung der Erde aus dem Weltraum mit bisher nicht erzielter Genauigkeit steht im Fokus von TanDEM-X, eingereicht vom DLR Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme mit Unterstützung der EADS Astrium. Erreicht wird dies durch zwei satelliten-gestützte hochauflösende Radarsensoren, einerseits TanDEM-X, sowie einen zweiten, derzeit im Bau befindlichen TerraSAR-X, die zusammen ein großes Radar-Interferometer bilden. In einem engen, präzise kontrollierten Formationsflug generieren sie stereobildartige Aufnahmen mit einer relativen Höhenmessgenauigkeit von unter 2 m. Das Nutzungspotential von TanDEM-X mit einer Missionsdauer von fünf Jahren umfasst ein breites Anwendungsfeld in wissenschaftlichen, kommerziellen und sicherheitsrelevanten Bereichen.

Mission Definition Reviews mit Hauptaugenmerk auf den dokumentierten Nutzeranforderungen wurden für beide Missionsvorschläge erfolgreich abgeschlossen. Die Implementierung der Missionsziele in das jeweilige Missionskonzept ist Gegenstand der Preliminary Requirements Reviews, mit denen in der zweiten Hälfte 2005 die Phase A-Studien abgeschlossen werden.

## COMED New Generation

### Entwicklungs- und Demonstrationsprojekt für Multimedia-Satellitennetze

Die strategische Zielsetzung von COMED NG ist die Sicherung und der Ausbau der Präsenz deutscher Unternehmen am globalen Satelliten-Telekommunikationsmarkt. Schwerpunkt ist die Besetzung von Schlüsseltechnologien, Subsystemen und Produkten für geostationäre Satelliten und für zukünftige Anwendungen und Dienste. Dazu zählen die Bereiche

Solargeneratoren, Drallräder, Wanderfeldröhren, Sternsensoren, Avionik, Antennen, Antriebssysteme, SatCom Sendeverstärker, Bodensegmente, Netzwerke, Kommunikationsdienste und optische Kommunikation. Ein weiteres Kernthema ist die Sicherung der europäischen Autonomie im Bauteilbereich und den Satellitendiensten. Zusätzlich sollen Wege untersucht werden, in Deutschland wieder Kompetenz für kleine geostationäre Satelliten aufzubauen.

## Datennutzung

### Nutzung von Satellitendaten für marktfähige Produkte

Die Ausrichtung der EO-Nutzungsvorhaben folgt einem integrierenden Ansatz, der sich an den Nutzungsschwerpunkten von GMES (ESA/EU) und den Informationszielen der nationalen Missionen und Sensoren TerraSAR-X, RapidEye und SCIAMACHY orientiert. Damit sollen die Erfolgsaussichten deutscher Unternehmen im Wettbewerb um europäische Fördermittel (z. B. FP-6) verbessert werden.

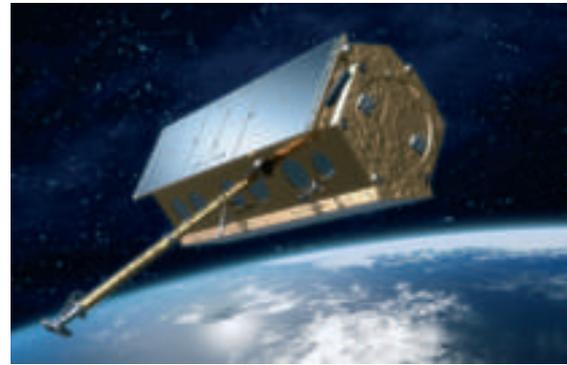
Zunehmende Bedeutung kommt dabei großen Projektverbänden von Forschung und Unternehmen in Deutschland zu, die Satellitendaten in marktfähige Produkte (z. B. Landnutzungskarten) umsetzen. Die Wettbewerbsfähigkeit letzterer wird dadurch gestärkt und ihre Position am europäischen Markt stabilisiert.

Zwei große Verbundvorhaben zum Thema Landnutzungs- und Landbedeckungskartierung sind die Projekte DeCOVER und ENVILAND. Ziel von DeCOVER ist die Entwicklung eines nationalen auf Fernerkundungsdaten gestützten Dienstes zur Aktualisierung von Landbedeckungsdaten. Zur Vorbereitung der späteren technischen Umsetzung sollen bis Dezember 2005 zunächst drei Teilaspekte untersucht werden: die Anforderungen öffentlicher Nutzer, die Interoperabilität

bestehender nationaler Landbedeckungsdaten sowie eine Kosten-Nutzen-Abschätzung für DeCOVER.

Das Verbundvorhaben ENVILAND zielt auf die integrative Nutzung von SAR und optischen Daten der ENVISAT Sensoren ASAR und MERIS für die Anwendung auf Landoberflächen ab. Es sollen weitgehend automatisierte Klassifizierungsmethoden entwickelt werden, die skalenerfrei, übertragbar sowie stabil und ökonomisch realisierbar sind. Die Entwicklung integrierter Auswertungsverfahren von SAR und optischen Daten stellt außerdem einen wichtigen Beitrag zur Nutzungsvorbereitung für die zwei deutschen Satellitenmissionen TerraSAR-X und RapidEye dar.

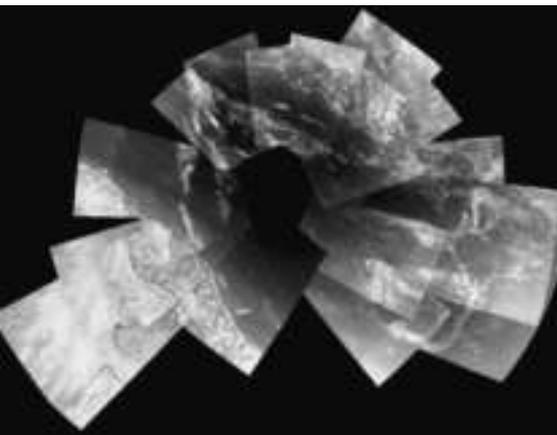
Im Bereich der Atmosphärenforschung konzentriert sich das deutsche Engagement auf die Validierung der beiden Atmosphäreninstrumente SCIAMACHY und MIPAS mit Daten bodengebundener sowie schiffs-, flugzeug- und ballongetragener Instrumente. Die meisten dieser Messungen sind inzwischen abgeschlossen, Referenzmessungen werden nur noch für die Tropen durchgeführt.



TerraSAR-X ist Deutschlands erster nationaler Fernerkundungssatellit, der in öffentlich-privater Partnerschaft zwischen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der EADS Astrium GmbH mit erheblicher finanzieller Beteiligung der Industrie realisiert wird



Am 14. Januar 2005 nahm die ESA-Landesonde HUYGENS das erste jemals von der Oberfläche des Saturn-Mondes Titan gemachte Bild auf (ESA/NASA/JPL/University of Arizona)



Die Oberfläche des Saturn-Mondes Titan, aufgenommen von der ESA-Landesonde HUYGENS in 10 Kilometer Höhe (ESA/NASA/JPL/University of Arizona)

### Ergebnisse integrierter Projekte

## CASSINI/HUYGENS

### Landung auf dem Saturnmond Titan

Die am 15. Oktober 1997 gestartete NASA-ESA-Mission „Cassini/Huygens“ erreichte nach einem Vorbeiflug in 2000 km Abstand am Saturn-fernen Mond Phoebe am 1. Juli 2004 den Saturn und wurde in einen Orbit um den Zielpeten eingeschwenkt. Nach zwei nahen Vorbeiflügen am Saturnmond Titan (Durchmesser 5.150 km; 16 Tage Umlaufzeit im Abstand von 1,2 Millionen km) am 26. Oktober und 13. Dezember 2004 wurde am 25.12. 2004 die Huygens-Sonde vom Cassini-Orbiter abgetrennt und auf einer ballistischen Bahn zum Titan geführt.

Am 14. Januar 2005 um 13:45 Uhr wurde die spektakuläre Landung durch ein Abbremsmanöver mit dem Hitzeschild eingeleitet. Während des etwa dreistündigen Sinkflugs an Fallschirmen durch die Atmosphäre des Titan haben Kameras an Bord von Huygens 350 Bilder aufgenommen, die eine „erdähnliche Landschaft“ zeigen, mit mäandrierenden Flussbetten und Bergrücken. Die Bilder vom Boden zeigten Geröllfelder auf der aus Eis bestehenden Oberfläche. Auf dem Titan herrschen Temperaturen von  $-190^{\circ}\text{C}$  und ein Atmosphärendruck von etwa 1,6 bar.

Die Atmosphäre besteht zu 96 % aus Stickstoff, zu 3 % aus Methan und zu 1 % aus Edelgasen. Während des Abstiegs wurde Huygens von heftigen Winden mit bis zu 400 km/h durchgeschüttelt. Die Messinstrumente fanden Hinweise auf die Existenz eines Methanzklus, der aus Verdampfung, Kondensation und Niederschlägen besteht, vergleichbar dem Wasserzyklus auf der Erde. Eine mögliche Quelle für den Methanachschub in der unteren Titan-Atmosphäre könnte ein Kryovulkanismus sein.

Der Cassini-Orbiter flog derweil in sicherer Entfernung am Titan vorbei und diente als Empfangsstation der Huygens-Messdaten. Er wird weiterhin den Planeten Saturn, seine Monde und das Ringsystem erforschen. Bis Mitte 2008 soll Cassini 74 Umrundungen des Saturn durchführen und dabei immer wieder am Titan „Schwung holen“, um die Umlaufbahn des Orbiters zu ändern. Der Mond Titan wird bei 45 nahen Vorbeiflügen erforscht. 37 Vorbeiflüge an den anderen Monden sind vorgesehen. Bis heute sind bereits 34 Saturn-Monde bekannt. Drei davon wurden von Cassini entdeckt.

Deutsche Wissenschaftler sind an 8 von 12 Cassini-Instrumenten und an 3 von 6 Huygens-Instrumenten beteiligt. Zusammen mit etlichen Universitäts- und Max-Planck-Instituten bringt das DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin seine große Kompetenz bei den Instrumenten VIMS (Visual und Infrared Mapping Spectrometer) und bei ISS (Imaging Science Subsystem) ein.

## Galileo

### Weitere Länderbeteiligung für das satellitengestützte Navigationssystem

Galileo befindet sich in der Entwicklungs- und Validierungsphase, die sich allerdings um circa zwei Jahre verlängert und um etwa 430 Mio. Euro verteuert. Die Gründe dafür sind veränderte Rahmenbedingungen und Anforderungen, die beim Programmstart und zum Zeitpunkt der ersten Kostenschätzungen noch nicht bekannt waren. Formal ist dafür eine modifizierte Programmdeklaration von den Teilnehmerländern einstimmig zu verabschieden und anschließend die Übernahme der Mehrkosten anteilig zu bestätigen. 50 % der Kosten werden von der Europäischen Kommission getragen. Circa zwei Drittel aller Arbeitspakete sind von der ESA ausgeschrieben; die Hauptarbeitspakete sind bereits bei der Industrie in Auftrag gegeben. Weitere Beauftragungen und Ausschreibungen sind für den Herbst 2005 vorgesehen. Hier wird auf breiten Wettbewerb geachtet und insbesondere KMUs sollen bevorzugt behandelt werden.

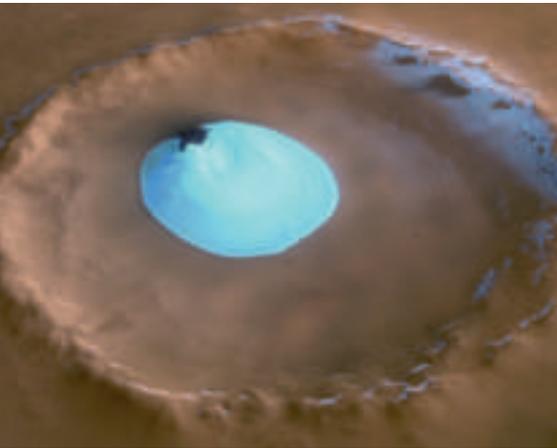
Das „Gemeinsame Unternehmen Galileo“, das u. a. für die Auswahl und Endverhandlung des Konzessionsvertrags verantwortlich ist, führt zurzeit Gespräche mit den Konsortien iNavSat und Eurely, die nun ein gemeinsames Angebot abgegeben haben. Das „fusionierte“ Konsortium unter dem Arbeitsnamen DION scheint für die öffentliche Seite eine günstigere Alternative im Vergleich zu den Einzelangeboten zu sein, da ein höherer „return of investment“ und geringere Belastungen für die öffentliche Hand erwartet wird. Die Verhandlungen zur Beteiligung von Drittländern an Galileo entwickeln sich weiter. Außer mit China und Südkorea werden Vertragsdetails auch mit Marokko, Argentinien, Israel und einer Fülle weiterer Länder besprochen. Ziel der Beteiligungen ist es, Galileo als satellitengestütztes Navigationssystem für zivile Anwendungen weltweit zu standardisieren.

## ConeXpress

### Orbital Life Extension Vehicle

Das Projekt CX-OLEV (ConeXpress Orbital Life Extension Vehicle) geht auf einen Vorschlag der Firma Orbital Recovery Ltd. (ORL) zurück und hat zum Ziel die Lebenszeitverlängerung kommerzieller Nachrichtensatelliten als Geschäftsmodell umzusetzen. Hierbei sollen durch einen „Wartungssatelliten“ die Verweildauer existierender kommerzieller Satelliten in ihren operationellen Umlaufbahnen verlängert (z. B. durch Stabilisierung der Lage), erforderliche Änderungen des Orbits vorgenommen oder ein abgeschalteter Satellit in einen sicheren Orbit transportiert werden. Bei dem mit privaten und öffentlichen (u. a. ESA, DLR) Mitteln finanziertem Vorhaben wird der Satellitenbus von der Firma Dutch Space (NL) und die Docking Nutzlast von der Firma Kayser-Threde, München gebaut. Vom technischen Standpunkt aus sind die Docking Nutzlast und deren Betrieb der anspruchvollste aber auch der kritischste Teil des Gesamtprojektes.

Schlüssel für derartige Serviceleistungen ist die Fähigkeit, sich an nichtkooperative Satelliten andocken zu können. Das im DLR-Institut für Robotik und Mechatronik entwickelte Robotik-Werkzeug (Capture Tool) zum Einfangen eines Satelliten soll hierbei zum Einsatz kommen. Nach Abschluss der Machbarkeitsuntersuchung erfolgt derzeit im Rahmen der Phase B-Untersuchung die weitere Definition des Systemkonzeptes mit Erarbeitung und Auswahl der technischen Konfiguration.



Die europäische Weltraumsonde MARS EXPRESS entdeckt mit der im DLR entwickelten Stereokamera HRSC einen Krater mit Wasseris am Nordpol des Nachbarplaneten Mars



Die 3-D-Bilder der deutschen Mars-Kamera HRSC begeistern Groß und Klein. Im ersten Halbjahr 2005 haben etwa 250.000 Besucher die DLR-Ausstellung „Das neue Bild vom Nachbarn Mars“ in Bonn (DLR) und München (Deutsches Museum) besichtigt

## Begeisterung für den Mars

### Erste Mars Express Science Conference

Die Aufnahmen der Marsoberfläche mit Hilfe der deutschen High Resolution Stereoscopic Camera (HRSC) auf Mars Express wurden mit großem Erfolg fortgeführt. Im Februar 2005 fand die erste „Mars Express Science Conference“ bei ESTEC in Noordwijk statt. Auf HRSC-Bildern waren sehr junge, aber gegenwärtig nicht aktive Vulkane und sehr junge Gletschererosionen zu erkennen. Gemeinsam ist es Wissenschaftlern des DLR in Berlin-Adlershof und anderer Forschungseinrichtungen gelungen, in der Elysium-Ebene ein unter einer Sandschicht verborgenes zugefrorenes Gewässer von der Größe der Nordsee zu entdecken. Die spektakulären Ergebnisse haben in der Öffentlichkeit breite Resonanz gefunden.

Das Radarexperiment MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionospheric Sounding) konnte durch die Entfaltung der Antennen aktiviert werden. Dabei hatte sich durch die sehr niedrigen Temperaturen der erste der beiden 20-m-Booms zunächst teilweise verklemmt. Aufwärmen durch gezielte Ausrichtung zur Sonne konnte die Blockierung schließlich lösen.

Ab dem 14. Dezember 2004 wurden im Foyer des DLR-Standorts Bonn-Oberkassel 3D-Bilder der Marsoberfläche, Modelle der Hardware und Computerfilme erstmals in größerem Rahmen öffentlich gezeigt. Mehr als 3000 Besucher, darunter Schulklassen und Betriebsausflüge haben die Ausstellung besucht. Weitere Stationen der Ausstellung sind gegenwärtig das Deutsche Museum München, die Opel AG Hauptverwaltung in Rüsselsheim und EADS in (Berlin Potsdamer Platz) zum diesjährigen Tag der Raumfahrt. Die ins Japanische übersetzten Texttafeln werden im Oktober 2005 nach Tokio verschifft und dort bis Dezember anlässlich des „Deutschland-Jahres in Japan“ zu sehen sein. Weitere Ausstellungen in prominenten Einrichtungen sind für das kommende Jahr geplant.

## OOV

### On-Orbit-Verifikation von neuen Techniken und Technologien

Die im Programm „Technik für Raumfahrtssysteme“ in der Vergangenheit geförderten Techniken und Technologien kamen, da eine abschließende On-Orbit-Verifikation fehlte, nur selten in konkreten Raumfahrtprojekten zum Einsatz. Ein Grund dafür war, dass potenziellen Kunden das Risiko des Einsatzes nicht im Weltraum verifizierter Technologien zu hoch war. Die z.T. erheblichen Fördermittel, die in die Entwicklung investiert worden waren, verfehlten ihre Wirkung, weil zahlreiche, auch kommerziell aussichtsreiche Entwicklungen, weder für Raumfahrtzwecke genutzt noch einer Vermarktung zugeführt wurden.

Eine Bedarfsermittlung bei Industrie, Universitäten und DLR FuE ergab einen erheblichen Verifikationsbedarf vor allem für neue Satellitenbusttechnologien.

Auf der Basis einer OOV-Konzeptstudie wurde im Programm „Technik für Raumfahrtssysteme“ die Programmlinie „On-Orbit-Verifikation von neuen Techniken und Technologien“ (OOV) neuer Schwerpunkt. Das Kick-off-Meeting fand am 13.01.2005 mit über 80 Teilnehmern statt.

Im Rahmen des OOV-Programms sollen regelmäßig Fluggelegenheiten angeboten werden, bei denen die im nationalen Programm und/oder mit FuE-Mitteln von Industrie und Forschungseinrichtungen entwickelten Techniken und Technologien im Orbit verifiziert und deren Einsatzreife für den Weltraum demonstriert werden sollen. Dadurch sollen deren Einsatz bei zukünftigen Weltraumprojekten (speziell bei Satellitenmissionen, da es sich größtenteils um Satellitenbustechnologien handelt) gesteigert und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Raumfahrtindustrie sowie der Forschungseinrichtungen erhöht werden.

Als Kernelement soll eine bereits im Orbit verifizierte preisgünstige Satellitenplattform der Mikro/Mini-Satellitenklasse als „TechnologieErprobungsTräger“ (TET) zum Einsatz kommen. Wegen des hohen Bedarfs im Zeitraum 2006-2010 wird angestrebt, den ersten TET Mitte 2008 (TET 108) und den zweiten TET in 2010 (TET 210) zu starten.

Ergänzend dazu sollen weitere Mitfluggelegenheiten für die On-Orbit-Verifikation von Nutzlasten genutzt werden, die nicht auf einem TET akkommodiert werden können.

Der OOV-Programmplan und der TET-Projektplan befinden sich zurzeit in der Erstellung. Es ist geplant, die Phase A des Projektes TET 108/210 im 2. Halbjahr 2005 durchzuführen.

## DLR-Parabelflug-kampagne

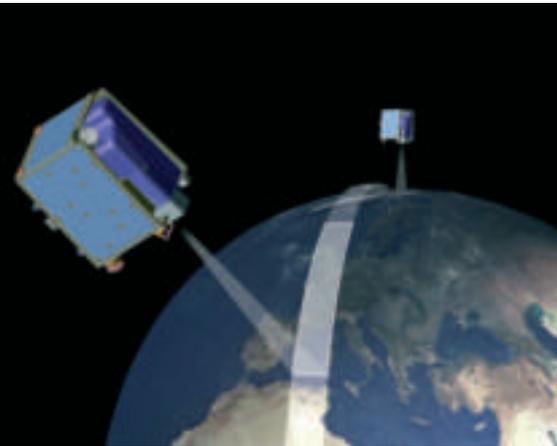
### 2004 erstmals in Köln

Die 6. DLR-Parabelflug-Kampagne mit dem französischen Airbus A 300 ZERO-G fand erstmals in Deutschland vom Flughafen Köln-Bonn aus statt, der seine Infrastruktur zur Verfügung stellte. Parabelflüge werden von Biologen, Medizinern, Physikern und Materialforschern genutzt, um sowohl eigenständige Forschung in Schwerelosigkeit durchzuführen, als auch um Experimente auf Forschungsraketen oder der Raumstation ISS vorzubereiten. An fünf Flugtagen Mitte September 2004 führten über 100 Wissenschaftler von deutschen Hochschulen und Firmen mehr als 20 Experimente durch. Dabei waren auch Schüler von drei Gymnasien der Region, die unter der Leitung des DLR-School-Labs das Schwimmverhalten von Pantoffeltierchen untersuchten. Ebenso waren Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, Vertreter der Medien sowie Personen des öffentlichen Lebens eingeladen, um den Forschern bei ihrer Arbeit in Schwerelosigkeit über die Schulter zu schauen und sich von der hohen Qualität der Wissenschaft zu überzeugen. Die Parabelflüge erfuhren eine außergewöhnliche Resonanz in den Medien und der Öffentlichkeit und waren eine der Hauptattraktionen des „Tages der Raumfahrt 2004“.

Der 6. DLR-Parabelflug in Köln-Bonn hat gezeigt, dass die Wissenschaftler durch die nahe gelegenen Institute des DLR besonders gut unterstützt wurden und dass mit einer derartigen Veranstaltung die Akzeptanz der Weltraumforschung in der breiten Öffentlichkeit gefördert wird. Deshalb ist es geplant, DLR-Parabelflüge auch in Zukunft regelmäßig in Deutschland zu veranstalten.



Erstmals fand 2004 der DLR-Parabelflug von Deutschland, vom Flughafen Köln-Bonn aus statt. Vom 6. bis 18. September 2004 wurden 23 Experimente in Schwerelosigkeit durchgeführt



Zwei der 5 RapidEye-Satelliten in der Erdumlaufbahn (Quelle: RapidEye AG)

## RapidEye

### Wissenschaftliche und kommerzielle Nutzung von aktuellen Satellitendaten

Mit dem Kooperationsvertrag des DLR mit der RapidEye AG in öffentlich-privater Partnerschaft hat sich das DLR mit seiner Investition von 14,7 Mio. Euro aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung die wissenschaftliche Nutzung der Daten gesichert. Das Satellitensystem RapidEye umfasst fünf Satelliten mit optischen Kameras, die erstmals in der Lage sein werden, täglich von jedem Punkt der Erde mindestens eine Aufnahme in fünf Spektralkanälen zu machen und damit eine hohe Aktualität der Informationsprodukte zu gewährleisten.

RapidEye ist auf die kommerzielle Nutzung durch Landwirtschaft, Versicherungen, Ernährungsindustrie und Organisationen im Bereich der Katastrophenhilfe ausgerichtet. Die geplanten Produkte umfassen thematische Karten zur Bestimmung von Ernteschäden, Ernteplanung und -vorhersagen wie auch digitale Höhenmodelle und Schadenskartierungen. Darüber hinaus sollen die Informationen staatlichen und internationalen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Neben der kommerziellen Nutzung ermöglicht das DLR den deutschen Wissenschaftlern die kostenlose routinemäßige Nutzung von Fernerkundungsdaten in zahlreichen geowissenschaftlichen, und umweltforschungsrelevanten Anwendungsfeldern.

Nach erfolgreichem Abschluss des Payload Critical Design Review im April 2005 und des Mission Critical Design Review im Juni 2005 ist das Design des RapidEye-Systems bis auf Einzelfragen fixiert.

Damit wurde die Missionsphase C beendet und Phase D begonnen, in der nun der eigentliche Bau der Satelliten beginnt. Ein Test Readiness Review der ersten Kamera soll Ende 2005 erfolgen.

## Erdbeobachtung mit TerraSAR-X

### Hochtechnologie für den Standort Deutschland

Das Projekt TerraSAR-X umfasst Entwicklung, Bau, Test und Start eines X-Band SAR-Satelliten mit hoher geometrischer Auflösung und flexiblen Betriebsmodi. Das Vorhaben baut auf den Ergebnissen der X-SAR- und SRTM-Missionen sowie den langjährigen Technologieentwicklungen DESA und TOPAS auf und führt diese in die Operationalisierung.

TerraSAR-X dient der Deckung des Bundesbedarfs an wissenschaftlichen X-Band-Radardaten für die Anwendungsbereiche Ökologie, Hydrologie, Geologie, Ozeanographie sowie Interferometrie und stellt zugleich einen Einstieg in die Kommerzialisierung der Erdbeobachtung dar.

Das Vorhaben wird unter wesentlicher Beteiligung mehrerer DLR Institute in einer öffentlich-privaten Partnerschaft mit der EADS Astrium GmbH durchgeführt. Damit entspricht es dem Ziel des Weltraumkonzeptes der Bundesregierung, welches „hohe Priorität auf die Verwirklichung eines Radarsatellitenkonzeptes“ legt, wobei sich die nationalen Industrien in Form einer Public-Private-Partnership beteiligen sollen. TerraSAR-X trägt wesentlich zum Ausbau der entsprechenden institutionellen und industriellen Position des Standortes Deutschland auf diesem bedeutenden Hochtechnologiegebiet bei.

Ende 2004 wurde die Integration des Satelliten begonnen. Die Satellitenbus-Struktur wurde inzwischen vollständig aufgebaut, und das Antriebssystem sowie der Flug-Harness sind in die Struktur integriert. Erste Radar-Instrumententests laufen erfolgreich. Das Antennen-Performance-Modell, ein repräsentatives Modul der aus 12 Einheiten bestehenden Radarantenne, wurde fertig gestellt. Eine genaue elektrische Vermessung brachte hervorragende Ergebnisse.

Auch der Aufbau des Bodensegments verläuft planmäßig, ebenso die Integration der Untereinheiten Mission Operations System (MOS), Instrument Operations and Calibration System (IOCS) und Payload Ground System (PGS). Es kann davon ausgegangen werden, dass der Abschluss der Arbeiten planmäßig im Sommer 2005 erfolgen kann.

## LCT

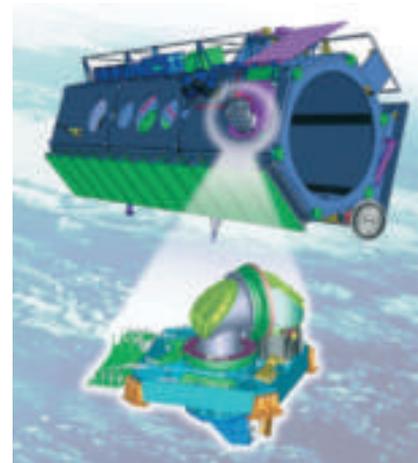
### Laser Communications Terminal

Ziel des Projektes ist es, die in Deutschland entwickelte Laser Communications Terminal Technologie (LCT) für Raumfahrtanwendungen zu qualifizieren und die Funktionsfähigkeit im Rahmen eines Mitflugs auf TerraSAR-X nachzuweisen. Die erste Verifikation des LCT soll mit einem Experiment von Boden zu Boden im September bei einer Messkampagne auf den Inseln zwischen zwei der kanarischen Inseln erfolgen. Hierzu werden zwei LCT mit einer entsprechenden Mess- und Experimentausrüstung aufgebaut. Dies erlaubt neben dem Nachweis der LCT-Funktionalität auch die Untersuchung der kohärenten Laserverbindung durch die Atmosphäre. Hierzu werden Arbeiten des DLR-Instituts für Kommunikation und Navigation durchgeführt.

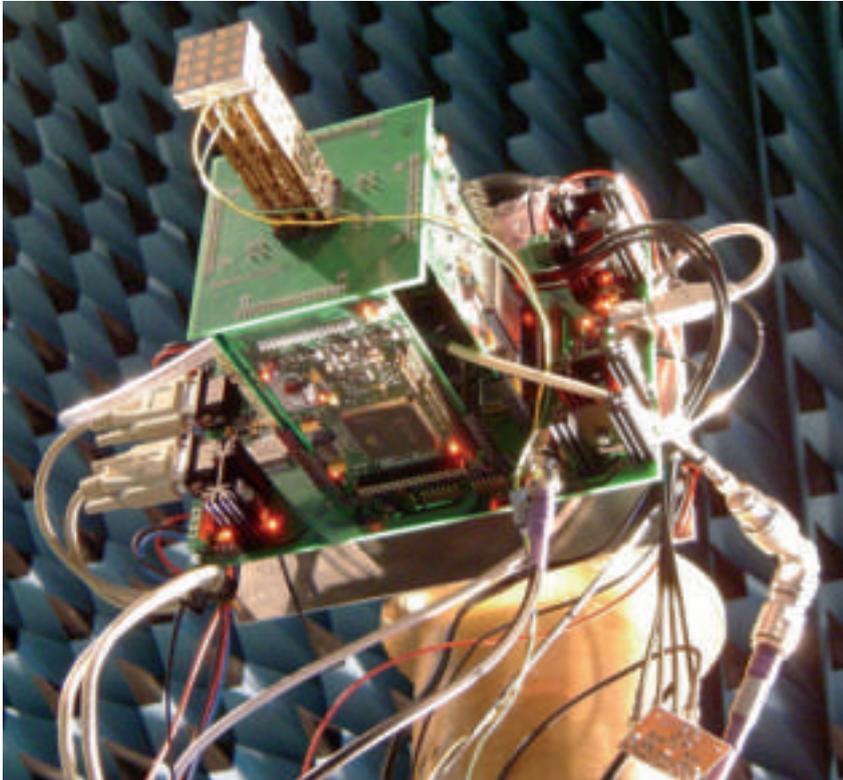
Im Rahmen der gemeinsamen politischen Initiative von US-Department of Commerce und dem Deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit zur Förderung bilateraler Luft- und Raumfahrtkooperationen in 2003 wurde die Verifikation von LCT in einem Inter-Satellite-Link-Experiment vorgeschlagen.

Dafür soll ein zweites Laser Communications Terminal für den Mitflug auf einem amerikanischen Satelliten zur Verfügung gestellt werden. Ziel ist es, eine Datenverbindung zwischen TerraSAR-X und dem US-Satelliten herzustellen. Im März 2004 haben hierzu erste Gespräche mit Vertretern aus Politik und Wirtschaft der USA in Washington stattgefunden. Dabei wurde von der US-amerikanischen Seite eine deutliche politische Unterstützung für dieses Kooperationsprojekt auch im Hinblick auf eine Erneuerung transatlantischer Kooperationsmöglichkeiten ausgedrückt. In einem Schreiben von C. Rice in ihrer Funktion als Sicherheitsberaterin des US-Präsidenten an das Kanzleramt hat die amerikanische Regierung ihr Interesse an der Realisierung ausdrücklich betont.

Der industrielle Partner in den USA hat einen Mitflug des zweiten Terminals auf einem NFIRE Satelliten mit Starttermin in der ersten Hälfte 2006 vorgeschlagen. Einer ersten Evaluierung der technischen und zeitlichen Durchführbarkeit im März 2005 folgten im Mai 2005 weitergehende Gespräche mit einer Besichtigung der LCT-Hardware in Backnang.



Laser Communication Terminal



Technologie – Demonstrator in der Antennenmesskammer

## SANTANA

**Im Vorhaben SANTANA II wurde der Technologiedemonstrator aus dem Vorgängerprojekt weiter entwickelt und optimiert.**

Dazu zählen u. a. auch die Vergrößerung der Anzahl der Antennenelemente (8x8) und eine Erweiterung im Bereich der digitalen Strahlformung. Im Frühjahr 2006 soll in ersten Experimenten die Technologieerprobung vorangetrieben werden. In einem ersten Feldversuch wird die

Verbindung zwischen einem ortsfesten Sender und einem fahrenden PKW getestet. Diese Versuche finden auf dem Gelände des DLR in Oberpfaffenhofen statt. Nach erfolgreichen reproduzierbaren Testergebnissen wird ein Experiment mit einem Forschungsflugzeug des DLR-Instituts für Flugführung in Braunschweig durchgeführt.

Um diese Antennentechnologie mit einem (geostationären) Satelliten zu testen und für potenzielle Anwender (z. B. Luftfahrtindustrie) zu demonstrieren, ist es notwendig, in kurzer Zeit eine größere Antenne mit ca. 100 Modulen aufzubauen. Da dies allerdings nicht vom derzeitigen (SANTANA-) Konsortium geleistet werden kann, wurde die Firma Lewicki microelectronic GmbH ausgewählt, die nun in einem industriellen Fertigungsprozess die Antennen herstellen soll. Dazu muss zunächst eine entsprechende Aufbau- und Verbindungstechnik entwickelt werden.

## CHAMP

**Der deutsche Kleinsatellit CHAMP vollendet sein fünftes Jahr in der Umlaufbahn**

CHAMP bedeutet „CHALLENGING Mini-satellite Payload“. Der Kleinsatellit dient der Vermessung des Erd-Magnet- und – Gravitationsfeldes sowie begleitender Atmosphärenmessungen. Der Satellit ist technisch in bestem Zustand und liefert weiterhin wertvolle Erkenntnisse zu Geodäsie, Geophysik und Ozeanographie sowie zur Dynamik des Erdinnern. Atmosphären- und Ionosphären-Beobachtungen tragen zur Verbesserung von Wettervorhersage, Navigation und Überwachung globaler Klima-Veränderungen bei. Haupt-Anwender ist das Geoforschungszentrum Potsdam (GFZ). In gemeinsamer Anstrengung von DLR und GFZ und mit Unterstützung des BMBF wurde die erfolgreiche Mission kürzlich bis Ende 2007 verlängert.

**Ausgewählte Ergebnisse von FuE  
Projekten des DLR**

## Hilfe nach Tsunami- Katastrophe

**Schnelle Bereitstellung von  
Satellitenkarten durch DFD**

Nach der Tsunami-Katastrophe in Südostasien Ende 2004 unterstützte das DLR mit seinem Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation die Krisenreaktionsteams des Bundes und der Länder sowie internationale Einsatzkräfte in den Katastrophengebieten. Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR erstellte Basiskarten sowie aktuelle Kartierungen der von der Tsunami-Welle betroffenen Regionen.

Die Karten dienen der Unterstützung humanitärer Hilfsmaßnahmen vor Ort. Das DFD hat sich mit seinem Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) auf die schnelle Bereitstellung von Satellitenkarten im Krisenfall spezialisiert und in der Vergangenheit bereits mehrfach Kartenmaterial bei Naturkatastrophen und für humanitäre Hilfsaktionen erstellt. Die besondere Aktualität der satellitengestützten Karten und ihre große Flächenabdeckung sind für umfassende Übersichten der aktuellen Situation sowie für die Schadensabschätzung und Koordination der Logistik vor Ort von besonderem Nutzen und die Satellitenbildkarten werden speziell an die Bedürfnisse der Einsatzkräfte angepasst.

## Mehr Genauigkeit und Zuverlässigkeit

**Satellitengestützte Kommunikations-  
und Navigationssysteme durch  
Ionosphären-Wetterdienst**

Durch Sonneneruptionen und die durch sie ausgelösten Ionen-Stürme kann die Signalqualität von Satelliten verschlechtert oder sogar völlig gestört werden. So kann der so genannte Ionosphärenfehler beim globalen Navigationssystem GPS zu einer Ungenauigkeit von bis zu 60 Meter führen.

Seit Juli 2004 hat das DLR in Neustrelitz (Mecklenburg-Vorpommern) einen Ionosphären-Wetterdienst etabliert, der die kommerzielle Nutzbarkeit von GPS-Diensten verbessern soll: höhere Genauigkeit und größere Zuverlässigkeit sind dabei die Ziele. Der Ionosphärenwetterdienst versorgt seitdem europaweit alle Kommunikations- und Navigationssysteme sowie Navigationdienste mit aktuellen Informationen, Korrekturen und Vorhersagen zum Weltraumwetter und seinen Auswirkungen auf den Zustand der Ionosphäre. Speziell werden Messmethoden und Vorhersagemodelle für die in weiten Bereichen der Volkswirtschaft tätigen GPS-Nutzer weiter entwickelt, vor allem im Hinblick auf das im Aufbau befindliche zivile europäische satellitengestützte Navigationssystem GALILEO, das neue Herausforderungen an Präzision und Zuverlässigkeit satellitengestützter Navigationssysteme stellt.



Die intelligenten Leichtbau-Roboter-Gelenkeinheiten des Experimentes ROKVISS (EADS Space Transportation)

## Premiere bei ROKVISS

### Roboterarm bewegt sich im freien Weltraum

Das vom DLR entwickelte innovative Robotik-Experiment ROKVISS (Robotik-Komponenten-Verifikation auf der ISS) hat seine Arbeit auf der Internationalen Raumstation ISS am 22. März 2005 aufgenommen. Damit wurde ein entscheidender Schritt bei der Durchführung des Experimentes getan: Alle Systeme funktionieren normal und der für ein Jahr geplante Routinebetrieb des Experiments unter den harten Weltraumbedingungen wurde gestartet. Der rund 50 Zentimeter große Roboterarm mit zwei Gelenken, einem Metallfinger und zwei integrierten Kameras wurde vom Boden aus angesteuert und setzte sich dann in der so genannten automatischen Betriebsart in Bewegung. Konkret wurden Befehlsfolgen zur ISS gesandt, die dann später von der Robotik-Einheit selbstständig und wie programmiert automatisch ausgeführt wurden.

Seit April 2005 kann das Technologie-Experiment ROKVISS nun auch vom Boden aus direkt angesteuert und im freien Weltraum in Bewegung gesetzt werden. Von der DLR-Bodenstation im oberbayerischen Weilheim aus sind die entscheidenden Tests im so genannten Telepräsenz-Modus mit Kraftrückkoppelung während eines rund sechsminütigen Überfluges der Internationalen Raumstation ISS durchgeführt worden. Erstmals wurde dabei ein Roboter im All ohne größere Zeitverzögerung von der Erde aus gesteuert – ein Novum in der Weltraumrobotik.

## Saturnmond Phoebe

### Faszinierende Erkenntnisse

Auf dem nur 212 Kilometer großen Saturnmond Phoebe finden sich viel mehr unterschiedliche chemische Elemente und Moleküle als bislang angenommen. Dies ist das Ergebnis einer Auswertung von Phoebe-Spektrometerdaten, die von der amerikanischen Raumsonde Cassini aufgezeichnet wurden. An der Studie ist mit dem Planetengeologen Dr. Ralf Jaumann auch ein Wissenschaftler vom Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof beteiligt. Die Zusammensetzung von Phoebe unterstütze die Theorie, dass der kleine Saturnmond nicht gemeinsam mit dem Ringplaneten entstanden ist, sondern seinen Ursprung weiter außen im Sonnensystem hat, nämlich im so genannten „Kuipergürtel“ zwischen Neptun und Pluto. Erst später sei er von der Schwerkraft Saturns eingefangen worden.

Phoebes Oberfläche besteht hauptsächlich aus Wassereis, das mit Kohlendioxid, hydratisierten Mineralien, wie sie auf der Erde etwa in Lehm und Ton vorkommen, sowie mit einigen bisher noch nicht identifizierten Verbindungen vermischt ist. Auch die Spuren von primitiven organischen Verbindungen, also Kohlenwasserstoffmolekülen, sind zu erkennen. Die Oberflächenzusammensetzung zeigt wenig Ähnlichkeit mit den zwischen Mars und Jupiter vorkommenden Asteroiden. Vielmehr ist das Material, aus dem Phoebe aufgebaut ist, weit draußen im Sonnensystem entstanden. Dort ist es so kalt, dass diese chemischen Verbindungen aus flüchtigen Elementen überhaupt stabil sind. Dieser Körper gehört zum ursprünglichsten Material im Sonnensystem überhaupt, das Alter seiner Oberfläche beträgt mindestens vier Milliarden Jahre.

## Neues Oberstufen-Triebwerk

### Erster Langzeitversuch unter Weltraumbedingungen

Die leistungsstärkste europäische Rakete, die Ariane 5, kann bisher maximal 9,6 Tonnen in eine geostationäre Transferbahn transportieren. Für mögliche zukünftige Anwendungen wird derzeit ein Oberstufentriebwerk entwickelt, das mindestens zwei Tonnen mehr in den Orbit befördern kann und das ausserdem oberhalb der Atmosphäre im Weltraum mehrmals wieder zündbar ist. Das so genannte Vinci-Triebwerk hat die erste fünfmonatige Testserie beim DLR in Lampoldshausen erfolgreich abgeschlossen. Damit ist eine wichtige Voraussetzung für eine leistungsstärkere europäische Trägerrakete erfüllt.

Der erste Langzeitversuch mit einer Triebwerks-Brenndauer von 60 Sekunden fand im Frühsommer 2005 auf dem Prüfstand P4.1 unter Vakuumbedingungen statt, also unter Bedingungen, wie sie ähnlich im Weltraum herrschen. Für das DLR in Lampoldshausen war dies eine doppelte Premiere: Zum einen wurde nach insgesamt nur neun Versuchen die volle Funktionsfähigkeit des brandneuen Vinci-Triebwerks bewiesen, zum anderen wurde damit auch der neue Prüfstand P4.1, der speziell für Tests des neuen Triebwerks gebaut wurde, erfolgreich qualifiziert. Damit wurden zwei wichtige Meilensteine zur zukünftigen Verstärkung der europäischen Trägerraketen erreicht.

## Matroshka

### Auf den Spuren von kosmischer Strahlung

Im Jahr 2004 wurde MATROSHKA zur Internationalen Raumstation geflogen, wo sie an der äußeren Hülle des russischen Teils montiert wurde. MATROSHKA beherbergt ein dem menschlichen Oberkörper in Originalgröße nachempfundenes Modell. Erstmals können damit die Einflüsse der kosmischen Strahlung auf Organe wie Augen, Lunge, Magen, Niere, Darm und die übrigen Organsysteme des menschlichen Körpers bei Außenbordaktivitäten studiert werden.

Zur Abschätzung des Risikos für strahleninduzierten Krebs ist die Kenntnis der aufgenommenen Dosis in den einzelnen Organen des menschlichen Körpers notwendig. Da Organdosen nicht direkt messbar sind, müssen für solche Messungen realistische Phantome benutzt werden. Nur so ist es möglich, die notwendige Beziehung zwischen Hautdosis und Organdosis zu ermitteln, die zur genauen Bestimmung der Körperdosis des Astronauten erforderlich ist. Dies ist insbesondere bei Außenbordaktivitäten von Bedeutung, da im Vergleich zum Aufenthalt innerhalb der ISS hier die Hautdosis wesentlich größer ist als die Dosis der übrigen Organe. Damit liegt erstmals ein konkreter Datensatz zur Erfassung der Organdosen unter EVA-Bedingungen vor.

Entwicklung und Bau des MATROSHKA-Experimentes wurden im Auftrag der ESA vom DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin als Hauptauftragnehmer erfolgreich durchgeführt. Der Betrieb des Experimentes erfolgt durch das Nutzerunterstützungszentrum (MUSC) des DLR in Köln, das zum ersten Mal im Auftrag der ESA im Rahmen der ISS-Aktivitäten als Nutzerzentrum arbeitet.

# Verkehr

Die positive Entwicklung des noch jungen DLR-Forschungsschwerpunkts Verkehr hat sich auch im neuen Berichtsjahr fortgesetzt. Neben einer erweiterten internen Vernetzung, die durch die drei Verkehrsinstitute in Berlin, Braunschweig und Stuttgart sowie weitere 18 am Schwerpunkt Verkehr beteiligte DLR-Institute dokumentiert wird, wurde auch die Kooperation mit der nationalen wie der europäischen Verkehrsforschung intensiviert. Die gezielte Nutzung im DLR bereits vorhandener Kompetenzen aus den Bereichen Weltraum, Luftfahrt und Energie ermöglicht einzigartige Synergien bei der Erforschung verkehrlicher Fragestellungen. Dies führt zu innovativen Lösungsansätzen für aktuelle und antizipierte Probleme im Verkehrssektor.



Der dynamische Fahrsimulator ermöglicht die realitätsnahe Erprobung von Assistenzsystemen

## Fahrerassistenzlabor

**Mit dem Fahrerassistenzlabor (FAS-Labor) wird derzeit eine weitere Großforschungsanlage des DLR aufgebaut.**

Ziel hierbei ist es, neue Konzepte für Fahrerassistenzsysteme zu entwickeln und zu testen. Ideen für Konzepte werden durch eigene Untersuchungen der Belastung und Beanspruchung beim Autofahren und aus Unfallanalysen abgeleitet. Leitgedanke ist, dem Fahrer genau die Unterstützung durch Fahrerassistenz anzubieten, die er wirklich benötigt und die ihn in kritischen Situationen entlastet.

Die erste von drei Entwicklungsstufen in diesem Labor ist das Virtual-Reality-Labor (VR-Labor). Es besteht aus einem sogenannten immersiven Projektionssystem (CAVE) und der dazu benötigten Rechnerhardware. Mittels Stereoprojektion und Headtracking sind damit realistische, räumlich wahrnehmbare Simulationen eines Autocockpits sowie der Umwelt möglich. Zur Steuerung des virtuellen Fahrzeugs steht ein Sitz mit Lenkrad und Pedalerie zur Verfügung. Der übrige Innenraum des Fahrzeugs ist nur virtuell vorhanden. Durch den fast vollständigen Verzicht auf reale Cockpitausstattung lassen sich rasch neue Fahrerassistenzsysteme hinsichtlich Nutzbarkeit und Akzeptanz evaluieren (Rapid-Prototyping).

Positiv bewertete Systeme werden dann als Prototypen in Hardware realisiert und in Stufe Zwei des FAS-Labors, den dynamischen Fahrsimulator, integriert. Im Simulator sorgen ein kompletter PKW-Aufbau mit voll funktionstüchtiger Instrumentierung sowie die Bewegungen des Simulators für noch größere Realitätsnähe. Lediglich die Umwelt ist noch simuliert. Stufe Drei des FAS-Labors wird aus einem Testfahrzeug bestehen, mit dem die Prototypen dann in der Realität untersucht werden sollen. Sein Ersteinsatz ist für Anfang 2006 geplant.

Um die Belastung und Beanspruchung der Fahrer analysieren und bewerten zu können, werden zusätzlich vergleichbare Fahrten im Messfahrzeug ViewCar und im VR-Labor durchgeführt. Bei den Fahrten im VR-Labor werden darüber hinaus „gefährliche“ Situationen provoziert. Die parallelen Untersuchungen tragen dazu bei, dass die Ergebnisse aus dem VR-Labor auch tatsächlich auf reale Fahrsituationen zu übertragen sind.

## KOMPASS

### Mobilitätsentwicklung in Deutschland

Hinter dem Projekt KOMPASS verbirgt sich das Ziel, einen Bericht zur Lage der Mobilität in Deutschland zu erstellen. Hierfür werden Indikatoren aufbereitet und als Basis zur Bewertung der Mobilitätsentwicklung herangezogen. Erste inhaltliche und koordinierende Vorarbeiten wurden vom DLR-Institut für Verkehrsforschung in Berlin geleistet. Bei einem Workshop im Mai 2005 erfolgte dann die Abstimmung einer gemeinsamen Vorgehensweise mit namhaften Partnern aus Wissenschaft, Forschung und Politik. Die Initiative des DLR zur Koordination der Entwicklung eines solchen Indikatoren-satzes wurde von den Partnern nachdrücklich begrüßt, da bereits seit längerem die Notwendigkeit zu einer solchen Forschungs- und Berichtstätigkeit gesehen wird. KOMPASS soll vor allem die ökonomische Effizienz, die ökologische Dauerhaftigkeit sowie die soziale Ausgewogenheit von Verkehr und Mobilität in Deutschland thematisieren. Er soll dem Monitoring der Verkehrsentwicklung dienen sowie aktuelle und sich abzeichnende Problemfelder einschließlich eventueller Verbesserungspotenziale identifizieren. Neben der Gesamtkoordination des Projektes wird das DLR die inhaltliche Ausgestaltung weiter vorantreiben und mit eigenen wissenschaftlichen Beiträgen unterfüttern.

## Hylite

### DLR und Automobilzulieferer realisieren Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug

Am 14. Juni wurde in Stuttgart „Hylite“, das vom DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte entwickelte Versuchsfahrzeug, der Öffentlichkeit vorgestellt. Das gleichnamige Projekt wurde damit erfolgreich abgeschlossen. Primäres Projektziel war der Aufbau einer mobilen Testplattform zur Entwicklung und Charakterisierung von Komponenten für Brennstoffzellenfahrzeuge. Bei dem Experimentalfahrzeug „Hylite“ handelt es sich originär um ein Elektrofahrzeug, das von den DLR-Wissenschaftlern in Zusammenarbeit mit 10 Industriepartnern aus der automobilen Zulieferindustrie zu einem Brennstoffzellenfahrzeug umgebaut wurde. Zudem wurde das Fahrzeug mit einer Hybridtechnik ausgestattet, die aus einer Kombination des PEFC-Brennstoffzellensystems mit einer Traktionsbatterie besteht. Hierdurch lässt sich beispielsweise Bremsenergie zurückgewinnen, die bei der Beschleunigung des Fahrzeugs zur Unterstützung der Brennstoffzelle eingespeist wird und somit den Wirkungsgrad des Antriebsstranges erhöht. Die Entwicklung der Energiemanagement-Funktionen wurde ebenso durch DLR-Prüfstände unterstützt wie die Erarbeitung der Betriebsstrategie des Brennstoffzellensystems.



Photo und Phantomdarstellung des Hylite-Fahrzeugs mit den Komponenten der Projektpartner



2D-Visualisierung im Führerpult des RailSiTe

## RailSiTe

### Simulationslabor für den Schienenverkehr

Mit dem Eisenbahn-Simulationslabor RailSiTe® ist eine unabhängige Plattform für Forschung, Hersteller, Betreiber und zulassende Behörde entstanden, auf der vergleichende Untersuchungen von Systemen und Einsatzvarianten der Leit- und Sicherungstechnik hinsichtlich ihres betrieblichen Verhaltens und der Leistungsfähigkeit durchgeführt werden können. Zudem ist die Prüfung der Konformität und Interoperabilität von Subsystemen und Komponenten aus funktionaler und betrieblicher bzw. sicherheitstechnischer Sicht möglich. Aufgrund des modularen Aufbaus des RailSiTe ist eine hohe Flexibilität und Erweiterungsfähigkeit des Labors sichergestellt. Dies bezieht sich zum einen auf die Möglichkeit, RailSiTe außer den aktuell implementierten Techniken ERTMS (European Rail Transport Management System) und ETCS (European Train Control System) um weitere Techniken zu ergänzen. Zum anderen können neben reinen Simulationen auch Hardware-in-the-loop- und Cross-Reference-Tests durchgeführt werden.

Das RailSiTe bildet die komplette Kette vom Stellwerksbediener über die Strecken- und Zugdynamik bis hin zum Triebfahrzeugführer ab. Letzterer wird über ein reales Führerpult mit 2D-Visualisierung eingebunden. Darüber hinaus soll auch die im Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung vorhandene Infrastruktur integriert werden, so beispielsweise die Bewegungsplattform und das institutseigene Virtual-Reality-Labor, durch das eine stereoskopische 3D-Visualisierung der Fahrersicht möglich wird.

Das Eisenbahnsimulationslabor RailSiTe ist nach Din EN 45004 zertifiziert und anerkannter Unterauftragnehmer des EBC (Eisenbahn Cert), der Benannten Stelle Interoperabilität Bahnsysteme in Deutschland.

## GALILEO

### Anwendungen im Verkehr

Innerhalb der DLR-Verkehrsforschung hat sich eine aus dem Institut für Verkehrsforschung, dem Institut für Kommunikation und Navigation sowie dem Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung zusammengesetzte Arbeitsgruppe intensiv mit der Frage beschäftigt, welchen Mehrwert das Satellitennavigationssystem GALILEO gegenüber GPS/GLONASS generiert und wie dieser für verkehrliche Anwendungen genutzt werden kann. Die Ergebnisse der Arbeiten wurden in dem Exposé „GALILEO im Verkehr“ zusammengefasst. Neben einer Beschreibung der Dienste des Kernsystems GALILEO findet sich dort eine detaillierte Abgrenzung zu den bereits bestehenden Systemen GPS und GLONASS.

Es wird herausgestellt, dass GALILEO neben einer verbesserten Genauigkeit (Accuracy) und erhöhten Verfügbarkeit (Availability) im Vergleich zu GPS/GLONASS auch eine zusätzlich integrierte Komponente zur Sicherung der Integrität (Integrity/Technical Reliability) aufweist. Dies bedeutet, dass dem GALILEO-Navigationssignal eine zeitlich definierte Warnmitteilung aufmoduliert wird, sobald eine Verletzung des spezifizierten Performancepegels erkannt wird. Dies ist vor allem hinsichtlich sicherheitskritischer Anwendungen von elementarer Bedeutung. Zudem bietet GALILEO als ziviles System eine von akuten politischen Zielen unabhängige Zuverlässigkeit (Political Reliability). Auf Basis der identifizierten Unterschiede zu GPS/GLONASS werden im Exposé spezifische Forschungs- und Entwicklungsfelder im Verkehrsbereich definiert und beschrieben, die nur aufgrund des durch GALILEO generierten Mehrwertes realisierbar werden.

## Traffic Tower

### Aufbau einer virtuellen Verkehrsmanagementzentrale in Berlin

Mit dem Traffic Tower des DLR entsteht am Standort Berlin-Adlershof eine virtuelle Verkehrsmanagementzentrale. Dabei wird, ähnlich zu Simulatoren in der Luftfahrt, eine Anlage geschaffen, in der Verkehrsszenarien generiert und Störfälle simuliert werden können. Die Ausstattung des Traffic Towers orientiert sich an realen Verkehrszentralen, um eine voll funktionsfähige Verkehrszentrale in virtueller Umgebung zu schaffen.

Den Kern des Traffic Towers bildet die Kopplung eines Verkehrssteuerungsrechners mit einer Verkehrssimulation im sogenannten Closed Loop. Hierdurch wird ein „Human Integrated Simulator“ für Verkehrszentralen geschaffen, dessen Anwendungsfelder die Bereiche Forschung, Test und Schulung sein werden.

Der Aufbau der Hardware, einschließlich des Umbaus und der Ausstattung der Räumlichkeiten, ist bereits abgeschlossen, ebenso wie die Integration erster Projekte. So wurden z. B. verkehrliche Simulationen des Damschkeplatzes in Magdeburg und des Autobahnkreuzes München-Nord durchgeführt. Auch ein Abschnitt der Berliner BAB 100 wurde als prototypische Realisierung des Closed Loops abgebildet und seitdem kontinuierlich ausgebaut. Die Fertigstellung des Traffic Towers ist für Ende 2005, der Abschluss der notwendigen Validierungen für den Sommer 2006 vorgesehen.



Traffic Tower - Die virtuelle Verkehrsmanagement-Zentrale des DLR

## Mess- und Versuchsstrecke für Verkehrsdaten

### Verkehrsforschung auf der Straße

Wissenschaftler des DLR-Instituts für Verkehrsforschung haben in den vergangenen Jahren eine eineinhalb Kilometer lange Mess- und Versuchsstrecke im öffentlichen Straßenraum aufgebaut. Am Ernst-Ruska-Ufer in Berlin-Adlershof, einem hoch belasteten Autobahnzubringer, steht damit in unmittelbarer Institutsnähe ein flexibel einsetzbares Test- und Erprobungsfeld zur Verkehrserfassung, Datenfusion und -aufbereitung zur Verfügung.

Die Messstrecke ist mit gängigen Verkehrs- und Umfeldsensoren ausgestattet, die auf zwei Schilderbrücken und an mehreren Laternen installiert sind. Die Sensoren sind zunächst so eingerichtet, dass kontinuierlich eine standardisierte Grundlast der üblichen Verkehrs- und Umfelddaten erfasst wird. Bei Bedarf können sie individuell konfiguriert und beispielsweise „fahrzeugscharf“ eingestellt werden. Auf den Sensorträgern (Schilderbrücken und Laternen) können zudem ohne größeren Aufwand neue Sensoren installiert werden, um diese zu testen und mittels der vorhandenen Sensoren und Videobilder zu referenzieren.

Die erfassten Daten werden von den Streckenstationen via Lichtwellenleiter in den Traffic Tower, die virtuelle Verkehrsmanagementzentrale des Instituts, übertragen, wo sie archiviert, ausgewertet und mit anderen Daten (z. B. Floating Car Data/FCD) kombiniert werden.



Aufbau einer Schilderbrücke an der Berliner Messstrecke

# Energie

Das DLR beteiligt sich mit seinen Arbeiten an den beiden zentralen Themen der Energieforschung: der Steigerung der Effizienz bei Umwandlung und Nutzung der Energie sowie der Entwicklung neuer Technologien zur Bereitstellung erneuerbarer Energien.

Die Entwicklung stationärer Gasturbinen nimmt eine zentrale Position ein. Mit seinen Schwerpunkten in den Bereichen Verdichter, Brennkammer und Turbine trägt das DLR dazu bei, unabhängig vom zukünftigen Brennstoff mit höchster Effizienz Strom zu erzeugen. Die solarthermischen Kraftwerke bieten die Option, in großtechnischem Maßstab umweltfreundlich erzeugten Strom zu höchst attraktiven Bedingungen bereitzustellen. Sensortechnologien machen es möglich, zukünftig Brennstoffzellensysteme weitgehend automatisiert zu betreiben. Neue Forschungsergebnisse erlauben die Entwicklung neuer hoch spezialisierter Funktionsschichten für eine Vielzahl von Anwendungen von der Brennstoffzelle bis hin zu Wärmeübertragern. Die fachübergreifenden systemanalytischen Arbeiten dienen der Politikberatung und unterstützen die thematische Ausrichtung der Energieforschung im DLR und auch in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Die Aktivitäten konzentrieren sich auf ausgewählte Technologien, zu denen das DLR durch seine besondere Kompetenz entscheidende Beiträge liefert und auch Synergien zu seinen anderen Forschungsschwerpunkten nutzen kann.

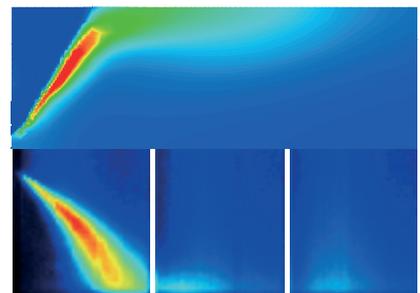
Simulation der Brennkammerströmung. Oben: CFD Berechnung. Unten: Messung von OH-Molenbrüchen für Synthesegas

## HEGSA

### Charakterisierung alternativer Brennstoffe

Im Rahmen des EU-Projekts „High Efficient Gas Turbine with Syngas Application“ (HEGSA) wurde in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern der Einsatz von niederkalorigen Syngasen in modernen Gasturbinen untersucht. Diese Brennstoffe sind durch einen hohen Anteil von Wasserstoff charakterisiert. Besonderes Augenmerk lag hierbei auf der Verbrennungsführung und dem Brennerdesign. Moderne Gasturbinen werden bei hohen Temperaturen und hohen Drücken betrieben. Daher muss wegen der hohen Reaktivität von Synthesegasen deren Zündverhalten eingehender betrachtet werden, um Beschädigungen an Brenner und Brennkammer aufgrund möglicher Selbstzündungen oder Flammenrückschläge auszuschließen.

Für einen weiten Parameterbereich (Druck, Temperatur, Brennstoff-Luft-Verhältnis, Brennstoff) wurde für die Syngasverbrennung ein detailliertes Reaktionsmodell validiert im Hinblick auf die Wärmefreisetzung. Dieses Reaktionsmodell wurde anschließend in zwei Schritten reduziert, bis hin zu einem globalen Reaktionsmechanismus, der aus lediglich zwei Reaktionen und 5 unabhängigen Spezies besteht. Diese reduzierten Reaktionsmodelle wurden in ein am DLR entwickeltes CFD-Verbrennungsmodell implementiert. Damit wurden Brennkammerströmungen mit Syngasverbrennung numerisch simuliert. In einer eigens neu aufgebauten



Versuchsbrennkammer wurden erfolgreich für unterschiedliche Syngaszusammensetzungen Verbrennungsexperimente (OH-PLIF, PIV) bei zwei Drücken durchgeführt. Die numerische Simulation dieser Experimente mit den bereits erwähnten Rechenmodellen ergab schließlich eine sehr gute Übereinstimmung von Rechnung und Messung.

## Optimierung der Gasturbine

### Lokaler Wärmeschutz durch filmgekühlte Turbinenplattformen

Die Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades von Turbomaschinen ist für eine zukünftige Energieversorgung von großer Bedeutung. Für moderne Gasturbinen führt das zu höheren Temperaturen sowie zu flacheren Temperaturprofilen und so zu einer erheblich größeren thermischen Belastung der Bauteile. Im Rahmen des AG-Turbo Vorhabens „Optimierung filmgekühlter Turbinenplattformen“ wurden mehrere Schlitz- und Bohrungsanordnungen für eine effiziente Kühlung des thermisch hoch belasteten ersten Leitkranzes der Turbine untersucht; dabei konnte sowohl eine verbesserte Kühlkonfiguration definiert als auch der Bedarf an Kühlluft gesenkt werden.

Zur Kühlung des Eintrittsbereichs wird häufig aus einem Schlitz Kühlluft ausgeblasen. Die Position dieses Schlitzes hat entscheidenden Anteil an der Effektivität der Kühlung und an den Verlusten im Sekundärströmungsfeld. Auf Grund der Wirbelstrukturen nahe der Seitenwand (Hufeisen-, Passagenwirbel) ist es schwierig, den druckseitigen Bereich der Passage mit einem ausreichenden Kühlfilm zu versorgen. Eine Möglichkeit besteht im Einbringen mehrerer Bohrungsreihen, durch die gezielt ein lokaler Wärmeschutz erzeugt werden kann.

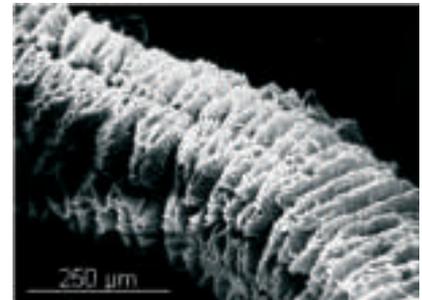
## Latentwärmespeicher für Kraftwerkstechnik

### 10-fach verbesserte Wärmeleitfähigkeit für neue Wärmespeichermedien

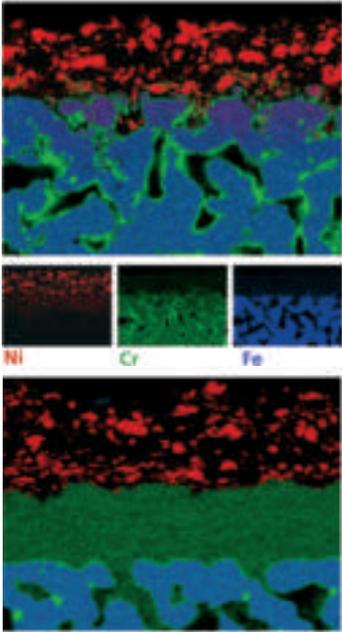
Für die effiziente Speicherung von Wärme oder Kälte sind Latentwärmespeicher besonders geeignet, da sie eine Phasenumwandlung z.B. fest/flüssig (Schmelzen) eines Phasenwechselmaterials (engl. „Phase Change Material“ – PCM) ausnutzen und hierdurch große Wärmemengen in einem schmalen Temperaturbereich um den Phasenübergang speichern können. Dadurch kann bei geringen Temperaturänderungen von 10° C, im Vergleich zur konventionellen Wärmespeicherung, beim Schmelzvorgang eine 10 bis 20-fach höhere Wärmespeicherdichte erzielt werden.

Das wesentliche Problem bei der technischen Umsetzung der Latentwärmespeicherung liegt in dem unzureichenden Wärmetransport zwischen dem Speicher (PCM) und dem Wärmeträger. Hauptgrund hierfür ist die im Allgemeinen niedrige Wärmeleitfähigkeit der organischen oder anorganischen Speichermedien.

Das DLR entwickelt Hochtemperatur-Wärmespeicher für Anwendungen im Bereich Kraftwerkstechnik und industrielle Prozesswärme. Hierfür kommen Salze als Latentspeichermedien in Frage. Als neuartiges PCM Materialkonzept wurden Salz/Graphit Verbundmaterialien entwickelt und gemeinsam mit dem Industriepartner SGL Technologies erstmalig im technischen Maßstab gefertigt. Die neu entwickelten Verbundmaterialien auf Basis von 85 % Salz und 15 % expandiertem Graphit zeichnen sich durch eine signifikant verbesserte Wärmeleitfähigkeit aus. Die bisher realisierten Materialien auf Basis von Kalium-Natrium-Nitrat-Mischungen und Kalium-Lithium-Nitrat-Mischungen decken den Temperaturbereich von 150 bis 300° C ab und sind damit für Speicherung und Erzeugung von Prozessdampf prädestiniert.



Neues Verbundmaterial aus Salz und Graphit für Hochtemperatur-Wärmespeicher



Schnittbilder einer Ni-C/YSZ-Anode auf ITM14-Legierung ohne (oben) und mit (unten) LaCrO<sub>3</sub>-Barriere

## Langzeitstabilität durch Plasmaspritzen

### Neue Möglichkeiten für die Brennstoffzelle

Bei der Entwicklung von oxidkeramischen Hochtemperatur-Brennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) lag ein Schwerpunkt der Arbeiten in der Entwicklung von Zwischen- und Isolationsschichten, die mittels Vakuum-Plasmaspritzen aufgebracht werden und die für die Langzeitstabilität und Funktion der SOFC sehr wichtig sind. Um die schädigende intermetallische Diffusion von Eisen und Nickel zu unterbinden, wurden LaCrO<sub>3</sub>-Diffusionssperrschichten entwickelt, die eine effektive Diffusionsbarriere darstellen und außerdem eine hohe Leitfähigkeit und einen angepassten Ausdehnungskoeffizient besitzen. Dies hat besondere Relevanz für die Vermeidung von thermomechanischen Spannungen bei Aufheißvorgängen bis 800°C und entsprechenden Abkühlzeiten. Solche Isolationsschichten wurden in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner erfolgreich entwickelt und werden für alle momentan diskutierten SOFC-Zellkonzepte benötigt.

## Direkt-Methanol-Brennstoffzelle

### Patentiertes DLR-Verfahren im Einsatz

Im Rahmen des EU-Projektes PORTAPOWER wurde ein Direkt-Methanol-Brennstoffzellenstapel mit einer maximalen Leistung von 1 kW<sub>el</sub> aufgebaut, der die im DLR entwickelten Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) verwendet. Diese MEAs werden mit einem patentierten DLR-Verfahren mittels Trockenbeschichtung hergestellt. Die DLR-MEAs wurden vom Projekt-Konsortium ausgesucht, da sie



Direkt-Methanol-Brennstoffzellenstapel mit 1 kW Leistung

gegenüber vergleichbaren Produkten eine wesentlich höhere Leistungsdichte aufweisen. Der Direkt-Methanol-Brennstoffzellenstapel wird momentan getestet und in ein System für eine netzunabhängige Stromversorgung integriert.

## Solarthermische Kraftwerke für den Mittelmeerraum

### BMU geförderte Studie belegt Wirtschaftlichkeit bei Hybridbetrieb

Bevölkerungswachstum und wirtschaftliche Entwicklung führen in den Ländern Nordafrikas und dem Nahen Osten dazu, dass sich der Strombedarf bis 2050 etwa verdreifachen und der Wasserbedarf verdoppeln wird. Bei gleich bleibender Struktur der Energieversorgung würden die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 770 auf 2.000 Mio. t/a steigen. Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien könnten die Emissionen dagegen im gleichen Zeitraum auf 475 Mio. t/a sinken. Die Stromkosten könnten langfristig bei etwa 4-5 c/kWh gehalten werden, anstatt auf 8-10 c/kWh zu steigen. Ein ausgewogener Mix aus erneuerbaren und fossilen Energiequellen ist mittelfristig die wirtschaftlichste Form der Stromerzeugung in der Mittelmeerregion. Solarthermische Kraftwerke spielen dabei eine Schlüsselrolle. Die Potenziale in der Region übersteigen deutlich den Bedarf, und dank thermischer Energiespeicher und Hybridbetrieb ist die elektrische Leistung jederzeit abrufbar. Zudem kann mit Hilfe der Kraft-Wärme-Kopplung auch Meerwasser entsalzt und damit ein wesentlicher Beitrag zur Behebung der Trinkwasserverknappung geleistet werden. Zu diesen Ergebnissen kommt die vom BMU geförderte Studie „Solarthermische Kraftwerke für den Mittelmeerraum“ (MED-CSP), die vom DLR zusammen mit Partnern aus dem Mittelmeerraum erstellt wurde. Importstrom aus solarthermischen Kraftwerken könnte mittelfristig einen Beitrag zur Stromversorgung in Europa leisten.

## Dezentrale Solare Stromversorgung

### Rekorde bei Dish/Stirling-Anlagen

Parabolspiegel mit Stirlingmotoren (Dish/Stirling) werden für die dezentrale solare Stromerzeugung entwickelt und stehen kurz vor der Markteinführung. Die Optimierung des Betriebsverhaltens und die Erhöhung der Zuverlässigkeit stehen derzeit im Mittelpunkt der Entwicklungsarbeiten. Bei einer Anlage in den französischen Pyrenäen konnte vor kurzem mit rund 11kWe ein neuer Leistungsrekord erzielt werden. Möglich wurde dies unter anderem durch die Umstellung des Stirling-Arbeitsmediums von Helium auf Wasserstoff, wodurch sich ein höherer Wirkungsgrad ergibt. Außerdem wurde eine neue Anordnung der Receiverisolation entwickelt, die die Wärmeverluste deutlich reduziert. Weiterhin konnte bei den Anlagen, die auf der Plataforma Solar de Almeria in Spanien betrieben werden, in den letzten Monaten die Verfügbarkeit auf 95% angehoben werden. Aufgrund dieser exzellenten Ergebnisse wird jetzt die Herstellung einer ersten Kleinserie solcher Anlagen angestrebt.

## Solare Wasserstoff-erzeugung

### Hohe Effizienz bei Nutzung von thermochemischen Kreisprozessen

Im DLR werden im Rahmen eines HGF-Aufwuchsthemas in mehreren europäischen Projekten Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff durch den Einsatz konzentrierter Solarstrahlung entwickelt.

Thermochemische Kreisprozesse können in Zukunft dazu beitragen, Wasserstoff aus Wasser erneuerbar und mit hoher Effizienz ohne den Ausstoß von Treibhaus-

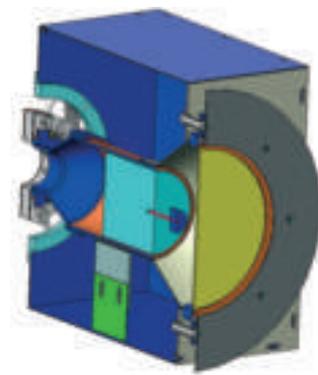
gasen bereit zu stellen. Bei diesen Prozessen werden chemische Reaktionen genutzt, bei denen die zur Wasserstoff-erzeugung eingesetzten Ausgangsstoffe vor der Wiederverwendung thermisch regeneriert werden müssen. Diese Regeneration kann mittels konzentrierter Solarstrahlung erfolgen. Thermochemische Kreisprozesse bieten die Möglichkeit, die zur direkten thermischen Wasserspaltung notwendige Temperatur von 2500-4000° C auf handhabbare 1200° C oder weniger zu reduzieren. Dabei gilt: Je mehr Schritte ein solcher Kreisprozess hat, desto niedriger kann die notwendige Temperatur sein, aber desto schlechter wird auch der Wirkungsgrad.

In den letzten Monaten sind dem DLR bei zwei Kreisprozessen wesentliche Durchbrüche gelungen. Bei dem zweistufigen Kreisprozess der Wasserspaltung an Ferriten ist zum ersten Mal im Sonnenofen in Köln-Porz im Rahmen des HYDROSOL-Projektes solarer Wasserstoff erzeugt worden. Inzwischen konnte ein Material getestet werden, dessen Aktivität selbst nach 15 Regenerationszyklen auf unverändert hohem Niveau lag. Dieses Ergebnis legt nahe, dass eine um mehrere Dimensionen höhere Zyklenzahl erreicht werden kann, die für eine kommerzielle Realisierung des Prozesses notwendig ist.

In einem zweiten Verfahren, dem dreistufigen so genannten Schwefel-Iod- oder General-Atoms-Prozess, ist die thermische Spaltung von Schwefelsäure der entscheidende Schritt. Kürzlich ist es im Rahmen des Projekts HYTHEC gelungen, in einem neuartigen Solarreaktor die Spaltung von Schwefelsäure mit sehr hoher Umsetzungsrate durchzuführen. Dies ist ein entscheidender Durchbruch auf dem Weg zu einer technischen Umsetzung des Schwefel-Iod Prozesses auf der Basis von Solarenergie. e solcher Anlagen angestrebt.



Dish/Stirling Prototypen in der Erprobung auf der Plataforma Solar de Almeria



HYTHEC Reaktor, Schnittzeichnung

# Projektträger

## Projektträger Luftfahrtforschung und -technologie

### **Arbeitsschwerpunkte des Projektträgers bleiben die nationalen Luftfahrtforschungsprogramme**

Der Projektträger Luftfahrtforschung und -technologie (PT-LF) unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) bei der Umsetzung des Luftfahrtforschungsprogramms des Bundes („Lufo“) sowie die Bundesländer Bayern, Brandenburg, Hamburg und Rheinland-Pfalz, die mit eigenen Förderaktivitäten das Bundesprogramm ergänzen. Das Jahr 2004 stand ganz im Zeichen der Durchführung des neuen Luftfahrtforschungsprogramms des Bundes für den Zeitraum 2003–2007. Der PT-LF betreute dabei 195 Vorhaben in 34 Verbänden. Gleichzeitig waren noch 16 aktive Vorhaben aus dem Luftfahrtforschungsprogramm 1999–2002 mit Laufzeiten teilweise bis 2005 zu bearbeiten.

Im Jahr 2005 wurden mit der Festlegung programmatischer Grundlagen die Weichen für das neue 4. Luftfahrtforschungsprogramm des Bundes gestellt. Es wird in Kontinuität zum Vorgängerprogramm weiterhin auf die für den Horizont 2020 aufgestellten Herausforderungen abzielen. Diese Arbeitsschwerpunkte wurden zusammen mit den umfangreichen anderen hier aufgeführten Aktivitäten von einem Team aus 11 Mitarbeitern bewältigt. Ein hohes Maß an Arbeitskapazität wurde durch die zu entwerfenden Stellungnahmen zum 2. BRH-Bericht gebunden. Im Vorhaben bezogenen Teil waren dabei 15 Prüf-Bemerkungen zu Einzelvorhaben zu bearbeiten.

Die Zuarbeit zum BMWA Referat erstreckte sich wie bisher auch auf die Bearbeitung von Darlehensverträgen zur A380 sowie die Vorbereitung und Betreuung des Messestandes des Koordinators für die deutsche Luft- und Raumfahrt auf der „ILA 2004 Berlin“. Die Aufgabe „Nationale Kontaktstelle“ für die Luftfahrt- und Securityforschung der EU ist wegen der zunehmenden Integration in das Netzwerk der nationalen Kontaktstellen anspruchsvoller und umfangreicher geworden und erfordert eine zunehmende Betreuung.

Im GARTEUR-Council im Oktober 2004 ist von deutscher Seite der Vorschlag eingebracht worden, auf der Basis GARTEUR ein „Aeronautics ERA-Net“ zu formieren. Damit soll einerseits dem zunehmenden Drängen der EU-Kommission zur Bildung eines Netzwerkes der Mitgliedsstaaten im Bereich Luftfahrtforschung begegnet und andererseits eine Duplizierung bestehender Technologie-Kooperationen vermieden werden. PT-LF nimmt im ERA-Net „AirTN“ die Rolle des Koordinators wahr. In 2005 werden die Abstimmung innerhalb des 25 Partner umfassenden Konsortiums sowie die Vertragsverhandlungen abgeschlossen werden. Laufzeitbeginn soll Januar 2006 sein.

Die Luftfahrtstandort-Länder leisten mit eigenen Förderaktivitäten ihren Beitrag zur Luftfahrtforschung in Deutschland. Mit Blick auf die gebotene Koordinierung der Länderaktivitäten mit dem Bundesprogramm und der Luftfahrtforschung der EU haben die zuständigen Wirtschaftsressorts der wichtigen Standortländer Bayern und Hamburg den Projektträger Luftfahrtforschung mit der Abwicklung ihrer Fördervorhaben beauftragt. Auch das Wirtschaftsministerium des Landes Brandenburg hat zur Betreuung seiner Förderprojekte der Luftfahrtforschung durch den Projektträger in 2004 eine eigene vertragliche Regelung mit dem DLR getroffen.

2004 umfassten die Projektträgeraufgaben für die Länder Bayern, Brandenburg, Hamburg und Rheinland-Pfalz die Betreuung von insgesamt 59 Vorhaben.

## Projektträger im DLR

### 2004 – ein Jahr der Konsolidierung

Der Projektträger im DLR (PT-DLR) übernimmt für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ), das Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung (BMGS) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) wissenschaftlichorganisatorische und verwaltungsbezogene Managementaufgaben im Rahmen ihrer Förderprogramme. Hinzu kommen Aufträge von Landesministerien und privaten Auftraggebern.

Nach den Fusionen in den Jahren 2002 und 2003 war das Folgejahr 2004 ein Jahr der Konsolidierung. Große, den gesamten Projektträger betreffende Änderungen gab es nicht. Es konnten jedoch erste Schritte unternommen werden, räumlich enger zusammenzuwachsen. Aus den ehemals vier Bonner Standorten sind inzwischen zwei geworden.

Zum Stichtag 31.12.2004 beschäftigte der PT-DLR 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Summe der von ihm betreuten Mittel für die Forschungsförderung erreichte im Jahre 2004 ein Volumen von über 558 Millionen Euro (vgl. Tabelle), mit denen insgesamt rund 4200 Projekte gefördert werden konnten. Die verwalteten Mittel sind, wenn man die bis Ende 2003 befristeten UMTS-Sondermittel nicht mit berücksichtigt, leicht gestiegen.

Die inhaltlichen Tätigkeitsschwerpunkte des PT-DLR liegen im Bereich der Gesundheits- und Umweltforschung, der Informationstechnik, den neuen Medien in der Wirtschaft und Bildung sowie der Forschung zur Gestaltung der Arbeitswelt. Weitere Arbeitsschwerpunkte des PT-DLR betreffen Förderaktivitäten auf den Gebieten Bildungsforschung, Geisteswissenschaften und Chancengleichheit/

### Verwendung der Haushaltsmittel

	2003*	2004
Informationstechnik	192.615	168.027
Gesundheitsforschung / Humangenomforschung	181.197	165.548
Umweltforschung und -technik	53.497	59.898
Bildungsforschung	32.200	40.157
Neue Medien in der Bildung und Fachinformation	98.849	35.314
Neue Medien in der Wirtschaft	38.735	29.921
Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen	28.899	26.983
HGF-Strategiefonds	19.142	11.389
Internationales Büro	9.467	10.330
Chancengleichheit/Genderforschung	5.975	6.595
Geisteswissenschaften	2.169	2.234
Büro Einsteinjahr 2005	—	1.929
Europäische Programme	—	106
<b>Gesamt:</b>	<b>662.745</b>	<b>558.431</b>

\* hierin sind in beträchtlichem Umfang bis 2003 befristete UMTS Mittel enthalten; ohne deren Berücksichtigung ergibt sich eine leichte Steigerung der Mittel von 2003 nach 2004.

Alle Angaben in T Euro

Genderforschung. Der Projektträger ist dabei sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene tätig und verfügt durch seine langjährige Erfahrung auf den Gebieten Forschungs- und Bildungsförderung sowie Projektmanagement über sehr gute Kontakte zu Forschungsträgern und -einrichtungen, Fachgremien und ausgewiesenen Experten in der nationalen und internationalen Forschungswelt.

Seine große Flexibilität beweist der PT-DLR, indem er sich den immer wieder wechselnden Anforderungen seiner Auftraggeber stellt und so – trotz der Kürzungen im Bundeshaushalt – einige neue Aufgaben übernehmen konnte. Aktuelle Beispiele dafür sind zum einen die Durchführung des „Einsteinjahres 2005“ sowie die Koordination des Ganztagserschulungsprogramms, beides Aufträge des BMBF. Besonders hervorzuheben ist außerdem, dass sich der PT-DLR – im Auftrag des BMBF – im 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission an mehreren Ausschreibungen zum Aufbau

so genannter ERA-Netze (ERA = European Research Area) beteiligt hat. Mit diesem Förderinstrument wird erstmals die Möglichkeit einer Vernetzung von nationalen Förderprogrammen der EU-Mitgliedsstaaten mit denen der Europäischen Kommission geschaffen. Ziel ist die gegenseitige Öffnung der Förderprogramme sowie die Entwicklung und Durchführung gemeinsamer Maßnahmen. Insgesamt zwölf der bei der EU vom PT-DLR eingereichten Anträge waren erfolgreich, wodurch ein erster Schritt in Richtung europaweite Geschäftsfelder gelungen ist.

Eine detaillierte Darstellung aller Arbeiten und Programme finden sich im Geschäftsbericht 2004 des PT-DLR ([www.pt-dlr.de/pt/service/publikationen](http://www.pt-dlr.de/pt/service/publikationen)).

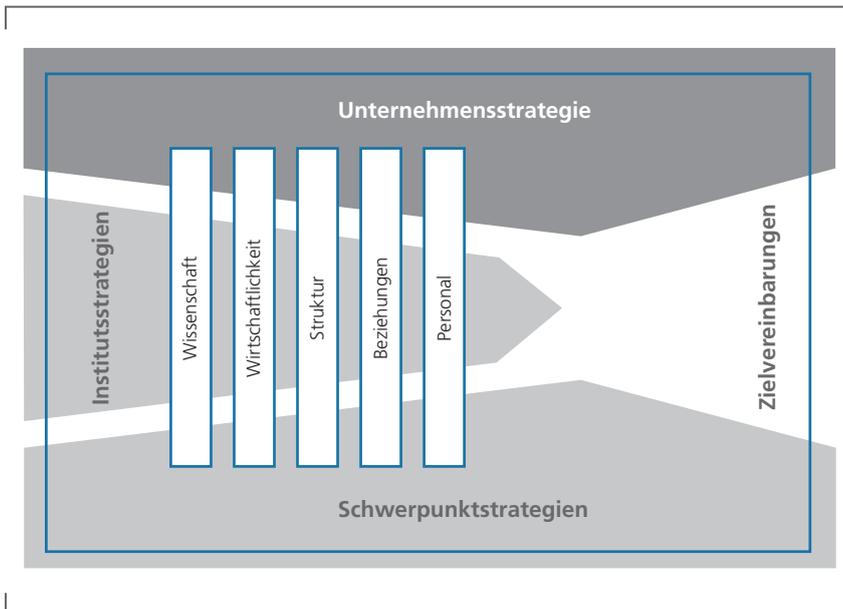


# UNTERNEHMENSILANZ

# Unternehmensstrategie

Das DLR versteht sich als „Forschungsunternehmen“. Dies bedeutet, erstklassige Forschung auf höchstem Niveau mit einer Organisation zu verbinden, die unternehmerische Dynamik, Effizienz und Flexibilität koppelt. Unter diesem Anspruch hat das DLR während der letzten Jahre die Professionalisierung seiner Arbeitsweise stetig weiter verbessert. Dies beginnt mit einer stringenten Unternehmensstrategie, aus welcher sich

die fachlichen Strategien der Schwerpunkte Luftfahrt, Weltraum (in enger Wechselwirkung mit dem als Raumfahrtagentur verantworteten Integrierten Deutschen Raumfahrtprogramm), Verkehr und Energie ableiten, welche wiederum die Grundlage für die Geschäftspläne der 31 Institute und Einrichtungen darstellt (siehe Schaubild). Es führt über eine konsequente Prozessorientierung in der Administrative Technische Infrastruktur (ATI) mit der Bereitstellung unterschiedlicher Servicefunktionen, wie beispielsweise beim Drittmittelgeschäft. Es beinhaltet auch eine weit blickende Europäisierungsstrategie und ein zielgerichtetes internationales Engagement. Und es manifestiert sich deutlich in einem modernen Personalmanagement, das besonderen Wert auf Motivation, Chancengleichheit und Familienfreundlichkeit legt.



In diesem zweiten Teil des Jahresberichts, der „Unternehmensbilanz“, werden die genannten unternehmerischen Bereiche beschrieben und die wichtigsten Aktivitäten dargestellt. Fundiert wird dies durch die Präsentation ausgewählter Kennzahlen, die den Anspruch des „Forschungsunternehmens“ untermauern. Sie sind aber nicht nur für den eigenen Leistungsnachweis gedacht, sondern stellen auch ein Benchmarking-Angebot für Partner und Wettbewerber dar. Das DLR verortet sich mit dieser Bilanz, die in besonders hervorgehobener Weise im Wissenschafts- und Forschungssystem die wissenschaftliche Exzellenz und den wirtschaftlichen Erfolg als Nachweis für die Bedeutung und Nachfragen seiner Forschungsleistungen belegt, in einer auch internationalen Ausnahmeposition.

## Drittmittel

Im Berichtsjahr 2004 konnten die Drittmittelerrträge erneut um 2 Mio. Euro auf 242 Mio. Euro gesteigert werden. Besonders hervorzuheben ist dabei u.a. der Anstieg der Erträge mit der inländischen Wirtschaft um 18 % auf 39 Mio. Euro, der sich nicht nur aus dem erfolgreichen Abschluss eines Großprojekts, sondern auch aus einem Anstieg der Aufträge in diesem Bereich insgesamt und höheren Einzelerträgen begründet. Dem gegenüber sank der Ertragsanteil ausländischer Auftraggeber auf 35 %. Zwar wurde wiederum der Ertrag mit ausländischen Wirtschaftsunternehmen gesteigert, allerdings konnte dadurch das erhebliche Absinken der Einnahmen aus Drittmittelprojekten mit ausländischen staatlichen Stellen nicht kompensiert werden. Ursache hierfür ist das Auslaufen des Projektes VINCI P 4.1, welches wie in den vergangenen Jahren zu 85 % der Erträge mit ausländischen staatlichen Stellen beitrug.

Die Einnahmen aus EU-Projekten sowie sonstiger Projekte blieben in etwa auf dem Niveau von 2003. Der durch das endgültige Auslaufen von Projekten des 5. EU-Forschungsrahmenprogramms bedingte Ertragsrückgang im Bereich EU wurde durch eine Steigerung der Erträge aus Projekten des 6. EU-Forschungsrahmenprogramms nahezu kompensiert. Dabei konnte die Erfolgsquote bei EU-Anträgen (gemittelt über drei Jahre) von im Vorjahr 33 % auf 42 % wesentlich gesteigert werden. Das Verhältnis Koordinator / EU-Projekte blieb insgesamt mit 13 % in etwa konstant.

Die Erträge nationaler staatlicher Quellen (ohne Projektträgerschaften) sind um 5,9 % auf 53 Mio. Euro gestiegen. Zwar sind die Projekte mit nationalen staatlichen Institutionen wiederum um 1,9 Mio. Euro gesunken. Wesentlich ist dies auf einen Rückgang bei den Projektförderungen des Bundes von 1,8 Mio. Euro zurückzuführen. Damit hat sich der Trend des

Vorjahres, begründet durch eine geänderte Förderpolitik, weiter fortgesetzt. Festzuhalten ist allerdings, dass sich die Ergebnisse bei den Länderförderungen (plus 0,6 Mio. Euro) geringfügig verbessert haben. Dieser Aufwuchs stammt aus der Unterstützung für den Aufbau der Institute „Fahrzeugkonzepte“ (Stuttgart) und „Verkehrsforschung“ (Berlin). Auch die Erträge aus Aufträgen mit dem Bund und den Ländern sind um 0,7 Mio. Euro zurückgegangen. Dem gegenüber steht allerdings ein Anstieg der Erträge aus Aufträgen sonstiger inländischer staatlicher Forschung und Entwicklung in Höhe von auf 12,5 Mio. Euro. Wesentlich für diese Steigerung ist hier vor allem der Anstieg der Erträge aus HGF-Zuschüssen, welcher durch den Abschluss neuer Projekte (Virtuelle Institute) verursacht wurde. Im Bereich Projektträgerschaften wurden Erträge in Höhe von 47 Mio. Euro erzielt.

### Drittmittel

	2002	2003	2004
Drittmittelerrträge gesamt	233 Mio. EUR	240 Mio. EUR	242 Mio. EUR
Drittmittelanteil am Gesamtertrag	49 %	49 %	49 %
Ertragswachstum inländischer Wirtschaftserlöse aus FuE Tätigkeit	+20 %	-11 %	+18 %
Anteil der Erträge von ausländischen Auftraggebern (Ertragsvolumen)	35 %	39 %	35 %
Erfolgsquote EU-Anträge in den letzten drei Jahren (angenommen/eingereicht)	38 %	33 %	42 %
Erträge aus EU-Förderungen	12,6 Mio. EUR	13,1 Mio. EUR	12,5 Mio. EUR
Verhältnis Koordinator/gesamt (laufende EU-Projekte)	15 %	14 %	13 %

Zahlenangaben gemäß den Jahresabschlüssen

## Forschungsbezogene Ergebnisse

Neben den eingeworbenen Drittmitteln, die für eine anwendungsorientierte Forschungseinrichtung wie das DLR ein wichtiges Indiz für Qualität und Nachfrage ihrer Leistungen darstellen, sind natürlich auch die wissenschaftlichen Ergebnisse der Arbeiten von Interesse. Veröffentlichungen, Vorträge und Lehrtätigkeit geben Auskunft über wissenschaftliche Qualität und Produktivität und werden kontinuierlich erfasst. Ihre Anzahl unterliegt Schwankungen, die z.B. durch Projektarbeit, personelle Fluktuationen oder Antragstätigkeit begründet sein können.

Im Jahr 2004 wurden (absolut) etwas weniger Arbeiten in referierten Fachzeitschriften veröffentlicht (450) als im Vorjahr (524). Nimmt man allerdings referierte Veröffentlichungen in Proceedings, Büchern usw. hinzu, so ergibt sich eine Gesamtzahl von 950 Publikationen, die vor ihrer Veröffentlichung in irgendeiner Form einer Begutachtung durch Experten unterzogen wurden.

Gegenüber 2003 haben sich erfreulicherweise alle Kennzahlen in der Tabelle verbessert. Besonders bemerkenswert ist der deutliche Anstieg bei den wahrgenommenen Lehraufträgen an Hochschulen sowie bei den Diplomarbeiten. Auch bei den Dissertationen ist ein weiterer merklicher Anstieg zu verzeichnen.

### Forschungsbezogene Ergebnisse

	2002	2003	2004
Vorträge bei wissenschaftlichen Konferenzen, Workshops, Vorlesungen*	0,77	0,82	0,88
Rufe an Hochschulen	11	11	12
Lehraufträge	131	137	159
Diplomarbeiten	150	199	235
Dissertationen	63	77	86
Habilitationen	3	4	5

\* pro wissenschaftl. Mitarbeiter in Instituten und Einrichtungen

## Technologiemarketing

Technik verändert Märkte, Märkte beeinflussen Technologien und Produkte. Das Technologiemarketing des DLR sieht sich in diesem Spannungsfeld als Vermittler innovativer Technologien und als Partner der Wirtschaft für technologische Problemlösungen. Das Technologiemarketing ist ein Kernprozess des DLR, der vom Bedarf des Marktes bis hin zum Vertrieb von DLR-Know-how an die Industrie reicht. Hauptzielsetzungen sind die an der Nachfrage orientierte Aufbereitung von DLR-Technologien zur Umsetzung von Produkten mit Partnern aus der Wirtschaft, sowie die Akquisition von neuen Kunden, Absicherung von Geschäftsfeldern durch Schutzrechte und die Unterstützung von Unternehmensgründungen.

### Beispiele für erfolgreiches Technologiemarketing

Im Jahr 2005 wurde mit dem Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik das TT-Projekt „Temperieren und Prozessieren von Verbundfaserbauteilen mit Mikrowellen“ erfolgreich abgeschlossen.

Zielsetzung des Projektes war die Prozessentwicklung für das Aushärten von CFK-Duroplasten durch Mikrowellenstrahlung. Dieses Verfahren ermöglicht eine autoklavlose Prozessierung von Kohlefaserverbundwerkstoffen auch für große Bauteile. Vorteile des Verfahrens sind Verkürzung von Produktionszeiten und reduzierte Produktionskosten aufgrund geringerer Anforderungen an die Produktionsumgebung (Temperatur, Druck) und Energieeinsparung. Entwicklungs- und Kooperationspartner waren das Composite Technology Center (CTC) von EADS-Airbus (Stade, Deutschland) für die luftfahrttechnische Qualifizierung einer mit Mikrowellentechnik hergestellten C-Holmsegmentes für Airbus, die Firma Maschinenbau Scholz (Coesfeld, Deutschland) für den Markteintritt von auf

Mikrowellentechnik des DLR basierenden Autoklaven, die Firma Fricke & Mallah (Peine, Deutschland) für Entwicklung und Vertrieb von auf DLR Prozess Know-how basierenden Mikrowellenkammeröfen und die Firma Bolle & Cords (Horst, Deutschland), die eine Anlage zur Harzerwärmung mit Mikrowellentechnologie in den Markt eingeführt hat.

Für das Satellitenservicing, d.h. lebensverlängernde Maßnahmen für im Orbit befindliche Satelliten durch Ankopplung eines Hilfssatelliten mit einer Antriebs-/Treibstoffeinheit, hat das DLR einen Lizenzvertrag mit der Firma Orbital Recovery Limited (ORL, England) abgeschlossen. Gegenstand dieses Lizenzvertrages ist das Capture Tool, ein Mechanismus zum Andocken des Hilfssatelliten. In einer vertraglich abgesicherten Kooperation mit ORL, Dutch Space / DS (Leiden, Niederlande) und Kayser Threde/ KT (München, Deutschland) passt das Institut für Robotik und Mechatronik im Auftrag von KT und im Rahmen eines TT-Projektes das vorhandene Capture Tool an die Missionsbedingungen an. Das DLR erzielt damit Erträge sowohl aus den Entwicklungsaufträgen als auch durch Lizenzerträge bei erfolgreichen Servicing-Missionen.

Ein Anwendungsgebiet von Aerogelen ist die Herstellung feuerfester Leichtbauwände. In Kooperation mit einem Industriepartner wurde die Herstellungstechnologie auf dessen Anforderungen hinsichtlich Statik, Bauvorschriften und einfacher Produktion angepasst. Die Leichtbauwände können u.a. im Baubereich eingesetzt werden.

Das TT-Projekt „Digitaler Filmscanner“, das auf Basis der am Standort Berlin-Adlershof entwickelten digitalen optischen Sensortechnologien zusammen mit der Firma Kinoton GmbH (Marktführer im Segment Kino- und Studioausstattung) durchgeführt wurde, konnte im Jahr 2005 mit dem serienreifen Modell abgeschlossen werden. Zielsetzung war die Erstellung eines Filmscanners für die schnelle, qualitativ hochwertige und kostengünstige Digitalisierung analogen Filmmaterials.

Mit dem Filmscanner kann jeder 35mm-Film (optional auch 16mm) problemlos digitalisiert werden. Mit seiner ausgereiften CCD-Zeilen-Technologie liefert der Filmscanner brillante digitale 16-Bit-Bilder bester Qualität, und das in kürzester Zeit. Seine hervorragenden optischen Eigenschaften erreichen eine gestochen scharfe Bildauflösung von bis zu 6 µm. Das Produkt wird derzeit am Markt eingeführt und bereits verkauft.

#### Technologiemarketing

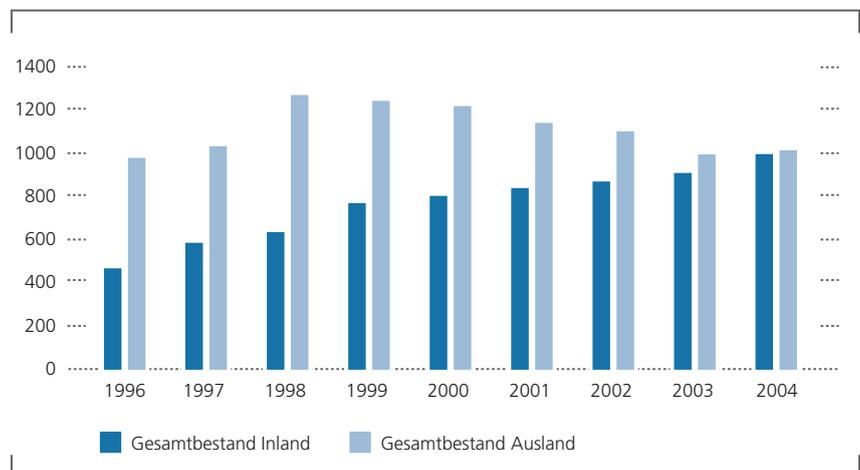
	2002	2003	2004
Erträge aus Lizenzen	1,9 Mio. EUR	3,9 Mio. EUR	4,2 Mio. EUR
Unternehmensausgründungen	0	1	1
Neue eigene Technologietransferprojekte	12	10	12
Investitionen in Technologietransferprojekte	1,7 Mio. EUR	2,2 Mio. EUR	2,4 Mio. EUR

### Schutzrechte

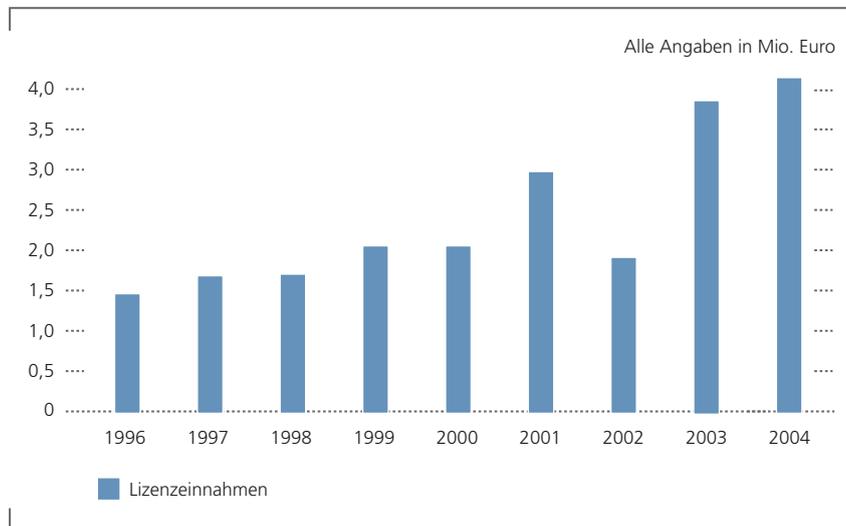
Die Anzahl der Erfindungsmeldungen ist im Jahr 2004 auf 176 angestiegen und liegt damit fast doppelt so hoch wie im Vorjahr (96 Meldungen). Die Anzahl der deutschen Schutzrechte des DLR hat sich in 2004 gegenüber dem Vorjahr um rund 11 % erhöht, das DLR war Ende 2004 Inhaber von knapp unter 1000 nationalen Schutzrechten.

Schutzrechtsanmeldungen im Ausland sind vorrangig für Industriepartner notwendig. Auf eigene Kosten meldet das DLR Auslandsschutzrechte nur an, wenn dies zur Absicherung von Kernarbeitsgebieten notwendig ist, um die Handlungsfreiheit des DLR langfristig zu erhalten. Infolge dieser restriktiven Anmeldepolitik ist die Zahl der Auslandsschutzrechte im Zeitraum von 1998 bis 2003 um gut ein Drittel zurückgegangen. Im Jahr 2004 ist der Schutzrechtsbestand im Ausland erstmals wieder leicht angestiegen. Grund hierfür sind auch die in den letzten Jahren vom Technologiemarketing initiierten Innovationsprojekte, für die zur Sicherung der Vermarktungschancen ein angemessener Auslandsschutz unumgänglich ist.

DLR-Schutzrechte im Inland



### Patentkosten/Lizenzeeinnahmen



#### Lizenzen

Die Lizenzeeinnahmen des DLR sind gegenüber dem Vorjahr von 3,9 Mio. Euro auf rund 4,2 Mio. Euro leicht angestiegen. Gegenüber dem Durchschnitt der Jahre 1996 bis 2000 haben sich die jährlichen Lizenzeeinnahmen des DLR damit mehr als verdoppelt. Grund hierfür sind die Erfolge von Technologietransfer-Projekten, die vom Technologie-Marketing des DLR zwischen 1997 und 2000 gestartet worden sind und die nun zu vermehrten Lizenzträgen führen.

Bei den externen Kosten für Patentanmeldungen haben die allgemeinen Kostensteigerungen – insbesondere die Ausgaben für externe Patentanwälte – zu einem leichten Kostenanstieg geführt. Das DLR gibt rund 0,5 % seines Etats für die Anmeldung und Aufrechterhaltung von Schutzrechten aus.

#### Unternehmensgründungen

Im Berichtsjahr wurde die Anwendungszentrum GmbH Oberpfaffenhofen (AZO) gegründet. Das AZO ist eine strategische Unternehmensgründung, die das DLR mit Hilfe des Freistaates Bayern am Standort des DLR in Oberpfaffenhofen einen Inkubator speziell für die Unterstützung von Unternehmensgründungen und -ansiedlungen eingerichtet hat. Die AZO GmbH ist ein Unternehmen, das dem Europäischen Netzwerk von Inkubatoren ESINET angehört und vor allem Anwendungen der Satellitennavigation fördern soll. Das DLR ist als Gesellschafter mit einer Minderheitsbeteiligung von 25% an dem Unternehmen beteiligt.

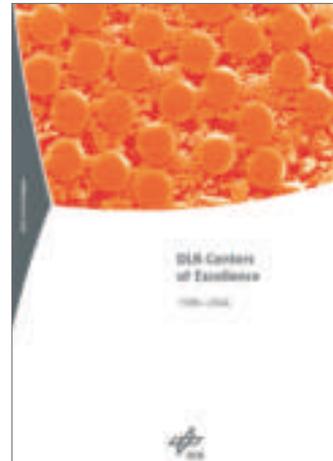
# Struktur

## Unternehmensentwicklung

### Entwicklungen in der Administrativen Technischen Infrastruktur (ATI)

Der im Jahr 2003 begonnene Organisationsentwicklungsprozess „ATI im Wandel“ wurde im Berichtszeitraum fortgeführt. In seinem Zusammenhang wurden zahlreiche Projekte und Aktivitäten angestoßen und betrieben, die alle das gleiche Ziel verfolgen: die konsequente und nachhaltige Ausrichtung der Organisation auf Prozesse und die Optimierung der Prozesse im Hinblick auf Wertschöpfung, Kosten und Transparenz zum Kunden. Dabei wurden auch die Prozessanteile in den Instituten in die Betrachtung einbezogen, um eine bessere Verzahnung der Kernprozesse mit den Unterstützungsprozessen zu erreichen.

Ein wichtiger Meilenstein war die erfolgreiche Evaluation der Technischen Infrastruktur (TI) im November 2004. Das den Gutachtern vorgestellte und von diesen positiv bewertete Konzept zur Neugestaltung der TI wird nun in den Projekten „Facility Management“ (FM) und „Systemhaus Technik“ (SHT) umgesetzt. Im Rahmen des Projektes Facility Management werden für alle Leistungen und Services rings um Gebäude und Anlagen einheitliche Geschäftsprozesse eingeführt, die Verrechnung neu gestaltet und damit eine weitgehende Steuerbarkeit der Kosten durch die Institute hergestellt. Der Schwerpunkt der Gestaltung des Systemhauses Technik liegt in der strategischen Ausrichtung des Leistungsspektrums der einzelnen Technischen Betriebe der TI auf die Anforderungen des Kunden, verbunden mit einer Neugestaltung der Prozessabläufe und dem daraus folgenden Neuzuschnitt der Organisation.



Mit der Veröffentlichung der Broschüre „DLR-Centers of Excellence 1998–2004“ in der Reihe Ziele und Strategien ist die erste Runde dieses DLR-internen Exzellenz-Wettbewerbs mit bemerkenswerten Ergebnissen abgeschlossen worden.

### DLR-Centers of Excellence

Nach dem erfolgreichem Abschluss der bisherigen „DLR-Centers of Excellence“ und den damit verbundenen sowohl internen als auch externen positiven Auswirkungen, hat der Vorstand beschlossen, diese Benennungen regelmäßig anzuwenden und im Juni 2005 erneut ein „DLR-Center of Excellence 2005“ ausgeschrieben. Anerkannte Spitzenforschung soll damit gewürdigt und ausgebaut werden. Die Ergebnisse der abgeschlossenen Aktivitäten sind auch als Download im Internet unter <http://www.dlr.de/dlr/Organisation/aus-senbeziehungen> zu finden.

Das DLR setzt damit sein Unternehmensziel der Fokussierung auf Forschungsgebiete, die zu den Stärken des DLR gehören konsequent um und ermöglicht dem DLR, gestärkt in den internationalen Wettbewerb mit anderen Forschungseinrichtungen um Führungsanspruch, Wissenschaftler und Kunden zu treten.

## Unternehmenskommunikation

Im Berichtszeitraum verstärkte die Unternehmenskommunikation des DLR ihre Positionierung in der allgemeinen und in der Fachöffentlichkeit, sowohl mit dem Ziel, den Bekanntheitsgrad des DLR zu erhöhen und das Image zu verbessern, als auch Themenbotschaften informativ und allgemein verständlich zu kommunizieren. Dabei rückte das DLR deutlich stärker in den Focus der TV-Berichterstattung. Insbesondere ARD, Phoenix und die Nachrichtensender N-TV und N24 haben Forschungs- und vor allem Raumfahrtthemen erheblich mehr gesendet. Das Ziel, durch Statements des Vorstands, von Institutsleitern und Mitarbeitern kommentierend in den Medien vertreten zu sein, wurde ebenso erreicht wie die allgemeine Positionierung von Fachthemen.

In der Medienkommunikation arbeitet das DLR mehr und mehr mit Medienkooperationen, so u.a. mit dem Lufthansa Magazin. Ein besonderes Highlight der Unternehmenskommunikation ist zudem das erstmalige Auftreten des DLR als Herausgeber eines populärwissenschaftlichen Buches, „Berge aus dem All“, bei dem das DFD die wissenschaftliche Projektleitung innehatte.

Als Glanzlichter mit besonderer Außenwirkung in der allgemeinen Öffentlichkeit und im Bereich der politischen Entscheidungsträger seien der „Tag der Raumfahrt“ mit der 6. DLR-Parabelfugkampagne erwähnt, der allein in Köln mehr als 100.000 Besucher anzog sowie eine Veranstaltung im Löbe-Haus des Reichstagskomplexes in Berlin, bei der die exzellenten deutschen Beiträge im Rahmen der Mars-Exploration im Mittelpunkt standen. Bei solchen Events bewährte sich die Kommunikationsstrategie der partnerschaftlichen Co-Profilierung, so beim Tag der Raumfahrt mit Luftwaffe und Flughafen Köln-Bonn, im Löbe-Haus des Reichstags mit Max-Planck- und Uni-

versitätsvertretern. Als ein Höhepunkt der Kommunikation innerhalb der Fachöffentlichkeit sei die Jahreshauptversammlung benannt, die vom TV-Sender Phoenix übernommen und mehrfach ausgestrahlt wurde.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Positionierung des DLR als die kompetente Einrichtung für Luft- und Raumfahrt in Deutschland deutlich voranschreitet.

## Deutsches Personal in der ESA

Seit einigen Jahren hat das DLR seine Aktivitäten in Bezug auf die Erhöhung des deutschen Personalanteiles bei der ESA intensiviert und gebündelt. Bereits im dritten Jahr in Folge konnte der Anteil der deutschen Bewerbungen an allen bei ESA eingehenden Bewerbungen erhöht werden, und auch die Erfolgsquote der deutschen Bewerber/innen bei Einstellungsangeboten hat sich nochmals verbessert. Der Anteil deutscher Kandidaten bei allen Neueinstellungen der ESA liegt aktuell bei mehr als 23 % und damit erstmals in der Nähe des dt. Beitragsanteiles.

Im Bereich der „Austauschprogramme“ konnten die Arbeiten weiter vorangetrieben werden. Zwei zur ESA abgeordnete Mitarbeiter haben ihre Arbeit aufgenommen.

Als weitere neue Maßnahme wird überlegt, ein „Netzwerk“ zu den „Luft- und Raumfahrtuniversitäten“ Stuttgart, München, Aachen, Berlin, Karlsruhe aufzubauen, um mit finanzieller ESA-Unterstützung Berufsanfänger aus diesen Unis in den ESA-Standorten zu platzieren.

Um die Attraktivität einer ESA-Stelle zu erhöhen, hat der Vorstand 2005 eine Beurlaubungsregelung für DLR-Mitarbeiter bei der ESA verabschiedet, die es ermöglicht nach bestimmten Zeitfristen wieder im DLR tätig zu werden.



Präsentation der Aktivitäten zu Space Exploration im Löbe-Haus

## Qualitätsmanagement und Umweltschutz

**Ein grundlegender Faktor für die Leistungsfähigkeit des DLR ist die Qualität seiner Forschungsergebnisse, Produkte und Leistungen. Sie sollen kunden-, anforderungs- und umweltgerecht sein. Die Zufriedenheit der Gesellschafter, Partner und Kunden sowie das Engagement der Mitarbeiter sind dabei Basis und Maßstab. Die ständige Verbesserung ist erklärtes Ziel im DLR.**

**Sicherheit und Umweltschutz sind seit Jahren wesentliches Kriterium für die Arbeiten des DLR.**

### Qualitätsmanagement

Bereits 1999 hat das DLR beschlossen, die Qualitätssicherung der FuE-Leistungen nach der ISO9000-Systematik zu organisieren. In den Folgejahren wurde ein dezentrales Qualitätsmanagement (QM) aufgebaut und sukzessive in den Instituten implementiert. In nahezu allen Instituten und Einrichtungen wurden mittlerweile Qualitätsbeauftragte berufen.

Bis Mitte 2005 wurden in insgesamt 13 Instituten, Einrichtungen und Organisationseinheiten Qualitätsmanagement-Systeme zertifiziert, in weiteren zwölf Instituten und Einrichtungen befinden sie sich jetzt im Ausbau. Der Entwicklungsschwerpunkt des Qualitätsmanagements im letzten Jahr lag im Ausbau der bestehenden Systeme durch Erweiterung des Geltungsbereichs sowohl durch Aufnahme weiterer Leistungsprozesse in das Managementsystem als auch durch Erweiterung des Anspruchs an das Managementsystem. Es besteht ein klarer Trend zu integrierten Managementsystemen, bestehend aus dem Management der Qualität ergänzt durch Arbeitssicherheit und Umweltschutz.

Im Jahre 2003 wurde der Führungsprozess des Qualitätsmanagement im DLR durch Bureau Veritas Quality International (BVQI) zertifiziert. Seitdem hat sich der Führungsprozess zweimal den jährlichen Überwachungsaudits erfolgreich unterzogen. Das einheitliche Qualitätsmanagement für das Gesamtunternehmen ist im Rahmen der HGF eines der Alleinstellungsmerkmale des DLR.

Das Institut für Raumfahrtantriebe ist heute nach DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001 und SCC zertifiziert und hat damit das erste integrierte Managementsystem im DLR aufgebaut.

## Qualitätsmanagement

	2002	2003	2004
Bestehende Zertifizierungen & Akkreditierungen	9	13	13
Anzahl der DLR-Auditoren			9

Dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin wurde auf Basis der Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 13485 ein Zertifikat nach Richtlinie 93/42/EWG zur Herstellung und zum Inverkehrbringen von Medizinprodukten erteilt. Weiter ist das Qualitätsmanagement des Arbeitsschwerpunktes „Luft- und Raumfahrtpsychologie“ nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Das Zertifikat umfasst weltweit einmalig den gesamten Prozess der psychologischen Eignungsdiagnostik. Die damit verbundene internationale Sichtbarkeit hat in enger Folge die Einwerbung von Drittmitteln aus der Schweiz und Indonesien ermöglicht.

Für die Vergabe der ESS-Prüfstelle des BMBF an den Projektträger des DLR war das Qualitätsmanagement des DLR ein ausschlaggebendes Argument.

Im September 2004 hat die neue Qualitätsmanagement-Beauftragte ihre Aufgabe mit Engagement übernommen. Im selben Monat fand die Vergabe des Qualitätspreises des DLR, der zum zweiten Mal vergeben wurde, im Rahmen des Innovationsmarktes des DLR statt. Am Ludwig-Erhard-Preis 2004 beteiligte sich das Qualitätsmanagement des DLR wiederholt mit einem Assessor.

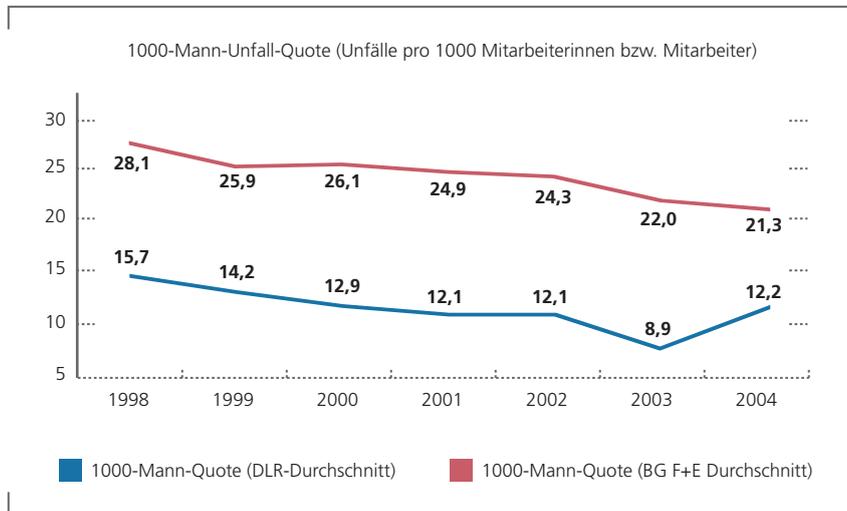
Die Präsentation des Qualitätsmanagements im DLR wurde durch eine Vereinfachung der Darlegung im Handbuch verkürzt und verbessert. Im Rahmen Einführung des neuen Intranets ist eine einheitliche, für alle Mitarbeiter einsehbare Kommunikationsplattform sowie ein neues Forum speziell für den Arbeitskreis der Qualitätsbeauftragten geschaffen worden.

Die Ausbildung für Auditoren von Managementsystemen wurde standardisiert. Seit September 2004 werden Mitarbeiter, die eine hinreichende Fachkunde nachweisen und das Wissen über die DLR-üblichen Verfahren haben, zu DLR-Auditoren benannt. Im Berichtszeitraum sind in 14 Einrichtungen im DLR Systemaudits durchgeführt worden.

Eine einheitliche Vorgehensweise zum Umgang mit Störungen in Prozessen und an Produkten wurde im DLR eingeführt. Ein dezentraler aber DLR-weit einheitlicher Prozess zur Ermittlung der Kundenzufriedenheit im DLR befindet sich in Vorbereitung. Die Einführung eines einheitlichen Instruments zur Lieferantenbewertung ist mit dem Einkauf abgesprochen und steht kurz vor der Einführung.

Die seit 1999 geltenden Qualitätsleitlinien werden derzeit einer Revision unterzogen. Die neue Qualitätspolitik und die neuen Ziele werden in den Zielen und Strategien des DLR dokumentiert werden.

**Unfallentwicklung im DLR**



**Umweltschutz und Sicherheit**

Sicherheit und Umweltschutz ist seit Jahren wesentliches Kriterium für die Arbeiten des DLR. Der betriebliche Umweltschutz nach internationalen Standards ergänzt die vielfältigen Forschungsaktivitäten des DLR zu Klimaschutz, Ressourcenschonung und anderen Zielen nachhaltiger Entwicklung. Seit langem sind beispielsweise die Verringerung von Lärm, Emissionen und Treibstoffverbrauch von Flugzeugen oder die Entwicklung und Nutzung von Satelliten zur Umweltdatenerfassung zentrale Ziele der wissenschaftlichen Arbeiten des DLR.

Nachdem im Jahr 2000 die technische Infrastruktur des DLR am Standort Köln-Porz als erste Einrichtung in der Helmholtz-Gemeinschaft nach der Umweltmanagementnorm ISO 14001 zertifiziert wurde, ist man den Weg der kontinuierlichen Verbesserung weitergegangen. Dabei wurden auch Sicherheits- und Qualitätsaspekte aufgegriffen und modular zusammengeführt. Im Folgenden integrierte man zugeordnete produktorientierte Organisationseinheiten wie zum Beispiel die Zentralwerkstatt in Köln nach der Qualitätsnorm ISO 9001. Im Jahr 2004 wurde ein integriertes Managementsystem an einem kompletten Standort zertifiziert. In Lampoldshausen wurde damit erstmalig Qualität und Sicherheit mit Umwelt- und Gesundheitsschutz zu einem System zusammengeführt und erfolgreich nach ISO 9001 und ISO 14001 auditiert. Diese integrierten Systeme legen Ziele fest und regeln die Erfassung, Dokumentation sowie Veröffentlichung aller relevanten Aktivitäten. Insbesondere enthalten sie die Selbstverpflichtung des DLR, seine produkt- und anlagenbezogenen Maßnahmen stetig zu verbessern, umweltrelevante Auswirkungen zu minimieren und die Sicherheitseinrichtungen zum Schutz des

Personals, der Umwelt und der Anlagen zu optimieren. Dieses Engagement wurde wieder erfolgreich von unabhängigen Gutachtern bestätigt.

Ein Schwerpunkt des ständigen Verbesserungsprozesses bleibt weiter der Informationstransfer nach Innen und Außen. Der „Umwelt-Server“, eine Internet- und Intranetplattform ([www.umwelt.dlr.de](http://www.umwelt.dlr.de)) zur Kommunikation mit den verschiedenen Zielgruppen, wird kontinuierlich ausgebaut und mit der Internetplattform der Helmholtz-Gemeinschaft verknüpft. Schulungen für Führungskräfte sind konzipiert und werden überregional durchgeführt. Weiterhin werden Informationsveranstaltungen für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter angeboten. 2004 fand der siebte Gesundheits- und Umweltschutztag unter dem Motto DLR-GUT am Standort Köln Porz statt. Hierbei wurden Themen z.B. aus dem Entsorgungsbereich, der Gesundheitsvorsorge, dem Brandschutz und der Energiewirtschaft aufgegriffen und den Besuchern mit Unterstützung von externen Partnern plastisch näher gebracht. „Mitmachen“ wurde diesmal besonders groß geschrieben, z.B. Löschübungen, Messungen oder Fitnesstrainings. Fragen zur Ergonomie am Arbeitsplatz wurden ebenso beantwortet wie Fragen zur Energieeinsparung. Auch DLR-Einrichtungen beteiligten sich diesmal wieder daran und stellten umweltschutzrelevante Projekte vor.

Trotz intensiver technischer und organisatorischer Vorsorge lassen sich Unfälle nicht immer vermeiden. 2004 ereigneten sich 61 meldepflichtige Unfälle, von denen fast 50 % nicht am Arbeitsplatz, sondern im öffentlichen Verkehr mit Auto und Fahrrad eintraten. Trotz diesem leichten Anstieg im Jahr 2004 liegt das DLR mit einer Unfallquote von 12 Unfällen pro 1000 Personen wieder weit unter dem Durchschnitt der Bundesrepublik (über 30) sowie unter dem der betreuenden Berufsgenossenschaft, der 2004 bei 21 lag.

Während Produkte oder Stoffe im DLR generell auf ihr Risiko und die Wiederverwertbarkeit geprüft werden, zeigen sich hier für die Forschungseinrichtungen auch Grenzen. In den vorausgegangenen Jahren wurden mit hohem Engagement z.B. Maschinen mit Kühlschmierstoffen auf Rapsölbasis ausgerüstet. Die Ergebnisse dieses Projekts waren jedoch unbefriedigend. Die erhofften Vorteile wie höhere Standzeiten und Ressourcenschonung traten nicht ein. Dafür zeigte sich ein erhöhter Aufwand bei Reinigung und Wartung. Die Suche nach alternativen Stoffen wird nun generell intensiviert.

Der kontinuierliche Verbesserungsprozess in Umweltschutz und Sicherheit wird im DLR konsequent weitergeführt. Verstärkt werden nun auch Dienstleister, Lieferanten und andere Partner in unsere Aktivitäten einbezogen und bewertet. Die Evaluation des Sicherheits- und Umweltschutzes im Rahmen einer Weiterentwicklung der Infrastruktur in Zusammenarbeit mit kompetenten Partnern wird in 2005 zu Optimierungen des Sicherheitsmanagements, der Organisationsstruktur sowie der personellen Ressourcen führen. Kennzahlen zur Verbesserung der Datengrundlage und zum Vergleich mit anderen Einrichtungen, regelmäßige Audits sowie Teamentwicklungen werden diese Prozesse weiter flankieren.

# Beziehungen

## Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

### Entwicklung der Programme

Auch im zweiten Jahr der programmorientierten Förderung hat das DLR in dem von ihm alleine bestrittenen Forschungsbereich „Verkehr und Weltraum“ seine anvisierten Ziele trotz schwieriger Randbedingungen erreicht. Die jeweiligen Zwischenbegutachtungen für die Programme „Weltraum“ und „Verkehr“ haben die Ausrichtung der Arbeiten bestätigt. Im integrierten Erdbeobachtungssystem koordiniert das DLR die Zusammenarbeit von vier Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft über die Grenzen des Forschungsbereichs hinaus. Im Programm „Verkehr“ sind die zwei neuen Arbeitsgebiete Flughafenwesen und Raumfahrtgestützte Anwendungen für den Verkehr entstanden. Im Programm „Luftfahrt“ ist die Kooperation auf dem Gebiet des Luftfahrtmanagements mit dem NLR herauszuheben.

Ebenso erfolgreich verlief das erste Jahr der programmorientierten Förderung für die Beteiligung des DLR am Forschungsbereich „Energie“. Mit Siemens Power Generation hat das DLR zusammen mit drei anderen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft einen Kooperationsvertrag über einen kontinuierlichen und verstärkten Wissensaustausch geschlossen.

### Impuls- und Vernetzungsfonds

Im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds der Helmholtz-Gemeinschaft hat das DLR Fördergelder für eine weitere Nachwuchsgruppe in Kooperation mit der TU-Berlin auf dem Gebiet der optischen Messtechnik für Turbomaschinendiagnostik eingeworben. In der noch laufenden Ausschreibung zur Förderung von weiteren Nachwuchsgruppen in Kooperation mit einer Hochschule steht die Beurteilung von drei neuen Anträgen aus.

## Nationale und europäische Vernetzungen

### Vernetzung im Luftfahrtforschungsprogramm

Im Verlauf des dritten Luftfahrtforschungsprogramms (Lufo III) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit war das DLR in über der Hälfte aller bewilligten Vorhaben aktiv beteiligt und konnte seine Zusammenarbeit mit der Industrie durch die Vernetzung in diesem stark industrieorientierte Forschungsprogramm weiter ausbauen. Das DLR ist in sechs von sieben Fachgebieten des Lufo mit den Themen Antriebe, Hubschrauber, Starrflügler-Struktur, Starrflügler-Kabine-Bord, Starrflügler-Flugphysik und Luftverkehr vertreten. Die beeindruckenden Erfolge dieser Arbeiten sind im Kapitel „Luftfahrt“ der Forschungsbilanz beschrieben. Weiterhin beteiligt sich das DLR aktiv an der Gestaltung des Nachfolgeprogramms Lufo IV.



DLR und Universität Cottbus unterzeichnen Kooperationsvertrag für Luftfahrtforschung

### Zusammenarbeit mit Hochschulen

Im April 2005 schlossen das DLR und die Brandenburgisch-Technische Universität Cottbus ein Kooperationsabkommen im Bereich Luftfahrt. Damit geht das DLR einen weiteren Schritt zur Nutzung der im Osten Deutschlands vorhandenen Kapazitäten der Luftfahrtforschung und ermöglicht neue und intensive Synergien zwischen Großforschung und Hochschule. Die Zusammenarbeit umfasst Aeroakustik (insbesondere Triebwerksakustik), Antriebstechnik, neue Triebwerkskonzepte, Lasermesstechnik sowie Leichtbauwerkstoffe für Antriebe. Von besonderem Interesse sind dabei die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Erweiterung des Lehrangebotes.

Das DLR und die Technische Universität Hamburg-Harburg beabsichtigen in Zusammenarbeit mit Airbus Deutschland die Gründung einer Forschungsgruppe für Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung (FLT) in Hamburg. Ziel der neuen Einrichtung sind eine frühzeitig abgestimmte Forschungsplanung sowie koordinierte multidisziplinäre Arbeiten, die das gesamte Lufttransportsystem umfassen.

Über zwei gemeinsame Berufungen mit der Universität Hannover (Institut für Strömungsmaschinen) sollen künftig wichtige DLR-Führungspositionen im Bereich Turbinenaerothermodynamik und Außen-aerodynamik besetzt und die bestehende

Zusammenarbeit mit der Universität intensiviert werden. Über die Kooperation wird die Beteiligung des DLR am Netzwerk niedersächsischer Hochschulen im Bereich Strömungsmechanik weiter vorangetrieben.

Zur Untersuchung der vielfältigen Einflüsse von Wetter und Klima auf die Energieversorgung haben das DLR und die Universität Oldenburg Anfang des Jahres gemeinsam das Virtuelle Institut für Energiemeteorologie (viEM) gegründet. Der Verbund zielt darauf ab, die Solar- und Windenergiotechnologien verstärkt in die Energieversorgung einzubeziehen. Zu diesem Zweck sollen meteorologische Methoden und Daten für die wetterabhängigen „Brennstoffe“ aus Sonnen- und Windenergie bereitgestellt werden. DLR-seitig beteiligen sich das Institut für Physik der Atmosphäre, das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum sowie das Institut für Technische Thermodynamik.

Das DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik und das Institut für Raumfahrtssysteme der Universität Stuttgart haben auf dem Gebiet des Raumtransports eine langfristige Kooperation ins Leben gerufen. Gemeinsame Arbeiten auf den Gebieten Magneto hydrodynamik, Oberflächenkatalyse und Flugmissionsanalyse wurden begonnen. Für die Arbeiten stehen den Partnern einzigartige Testanlagen für die Entwicklung wieder verwendbarer Raumfahrzeuge und elektrischer Raumfahrtantriebe in Göttingen und Stuttgart zur Verfügung.

#### **Beteiligung an Programmen der DFG**

In den so genannten „Koordinierten Programmen“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft werden umfangreiche Netzwerke von Forschern unterstützt, die sich interdisziplinär einem größeren Themenkomplex widmen. In Sonderforschungsbereichen wird der Schwerpunkt auf exzellente Forschung gelegt, Schwerpunktprogramme dienen dem Aufbau von fachlichen Kapazitäten und Graduiertenkollegs der Ausbildung exzellenter junger

#### **Nationale und europäische Vernetzungen**

	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
DFG-Beteiligungen	32	34	36
Patenschaftsverträge	32	37	43

Wissenschaftler. Im Berichtszeitraum sind Institute des DLR an Sonderforschungsbereichen 8 mal, an Schwerpunktprogrammen 21 mal und an Graduiertenkollegs 7 mal beteiligt. Damit wurde die Zahl aus dem Vorjahr leicht gesteigert.

#### **Trilaterales Memorandum**

Das trilaterale Memorandum ist ein Memorandum of Understanding (MoU) zwischen DFG/Hochschulen, Industrie (BDLI) und DLR im Bereich Luft- und Raumfahrt. Die Aufgabe des MoU ist es, die Abstimmung von Forschungszielen und –programmen zwischen den Partnern zu verbessern und die Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlich-technischen Nachwuchses zu fördern, mit dem Ziel die Kräfte der Luft- und Raumfahrt-Forschung zu bündeln und deren Effizienz zu erhöhen. Schwerpunkte der Arbeiten sind derzeit Satellitennavigation und Nachwuchsförderung im Bereich der Innovativen Flugzeugkonfigurationen.

#### **Patenschaften**

Die Sicherung hoch qualifizierten Nachwuchses für Forschung und Entwicklung ist ein essentielles Anliegen sowohl der Wissenschaft wie der Wirtschaft. Bei den Patenschaften wird die Nachwuchsförderung mit dem Ziel des schnellen Technologietransfers über Personen verbunden. Dabei beteiligen sich Unternehmen zur Hälfte an den Kosten der Ausbildung von Nachwuchswissenschaftlern, die beim DLR für einen Zeitraum von drei bis vier Jahren eingestellt werden und auf Gebieten arbeiten, die für das DLR und die Unternehmen gleichermaßen interessant sind. Einen Teil der Zeit verbringen sie dabei im Unternehmen.

Im Jahre 2004 wurden insgesamt 43 Patenschaften betreut; dies ist gegenüber den Vorjahren eine erneute Steigerung und ist hauptsächlich auf das Engagement von Airbus zurückzuführen. Der Trend setzt sich fort: In der ersten Hälfte des Jahres 2004 wurden 47 Patenschaften betreut.

#### **Engagement in EREA**

Im Dezember letzten Jahres hatte das EREA Board unter Vorsitz von Prof. Szodruch Vertreter aus Europäischem Parlament, Europäischer Kommission, nationalen und regionalen Ministerien ins Hotel Europa in Brüssel eingeladen, um mit ihnen gemeinsam das 10 jährige Bestehen der Association of European Research Establishments in Aeronautics (EREA) zu begehen. Rückblickend wurden die grundlegenden EREA-Beiträge für die Harmonisierung der Forschungsaktivitäten durch gemeinsame technische Netzwerke und Projekte im EREA-Rahmen und in den EU-Forschungsrahmenprogrammen gewürdigt.

Bei den ACARE Aerodays im März diesen Jahres war EREA mit einem Poster Stand vertreten. Anlässlich der Aerodays wurde die 2. Strategische Luftfahrt-Forschungsagenda offiziell vorgestellt. Bei der Ausarbeitung dieser Forschungsagenda hatten Vertreter der EREA-Mitglieder maßgeblich mitgewirkt.

Die EREA-Arbeitsgruppen sind auch aktiv an der Mitgestaltung des Luftfahrtteils des zukünftigen 7. EU-Rahmenprogramms beteiligt. In diesem Zusammenhang ist auch das für Herbst diesen Jahres vorgesehene Treffen des EREA-Boards mit EU-Forschungskommissar Potocnik zu sehen.

#### **Partnerschaft zwischen DLR, Airbus und Onera**

Die Zusammenarbeit mit der ONERA, als wichtigstem Partner innerhalb der EREA, wird in der bestehenden Koordination der Forschungsarbeiten zu Starrflügler- und Hubschraubertechnologien weiter vertieft. Dabei gewinnt das gemeinsame Auftreten gegenüber der Industrie zusätzlich an Bedeutung. Neben Eurocopter spielt hier auch in zunehmendem Maße Airbus eine wichtige Rolle. Nachdem 2003 bereits ein Memorandum of Understanding zwischen DLR, ONERA und Airbus die Begründung einer trilateralen strategischen Partnerschaft initiierte, steht nun einem Kooperationsrahmenabkommen nichts mehr im Wege, welches im

August 2005 unterzeichnet werden soll. DLR und ONERA haben auf der Basis ihrer Programme TAU und ELSA CFD-Rechen-codes entwickelt (CFD Computational Fluid Dynamics). In einem ersten Schritt der Zusammenarbeit wird die Einführung dieser CFD-Codes als Standardrechenprogramm bei Airbus eine wichtige Rolle spielen.

#### **Zusammenarbeit mit NLR**

Die bereits im Vorjahr angekündigte strategische Allianz mit dem NLR auf dem Gebiet des Luftverkehrsmanagements (AT- One) wurde mit der öffentlichen Unterzeichnung einer Erklärung anlässlich der Ausstellung „ATC Maastricht 2005“ durch die Vorstände beider Einrichtungen formal realisiert. Im Rahmen eines AT-One-Implementierungsprojekts soll nunmehr ein dem DLR-Institutsmanagement überlagertes gemeinsames Management eingerichtet werden und notwendige Regeln der Zusammenarbeit, des Informationsaustausches und der Verantwortlichkeiten sowie Fragen des externen Marketings sind zu vereinbaren. Vorteile von Synergieeffekte und Komplementarität in Anspruch zu nehmen, stehen beim Einsatz und bei der Weiterentwicklung der Infrastruktureinrichtungen im Mittelpunkt. Beide Partner gelten als kompetente Forschungseinrichtungen in Fragen des Luftverkehrsmanagements und wollen gemeinsame Produkte, Dienstleistungen und Forschungsarbeiten unter dem Markenzeichen AT-One vermarkten.

#### **Zusammenarbeit mit CNES**

Die Diskussionen zu den bilateralen Forschungs- und Entwicklungskooperationen wurden intensiviert. Schwerpunkte liegen im Bereich der Erdbeobachtung und der zukünftigen Träger, bei welchen es verschiedene Ansätze des gemeinsamen Interesses und Nutzens gibt.

Im Mai 2005 fand der zweite Hohe Verbindungsausschuss statt. Im Trägerbereich wurde eine gemeinsame Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Technologien für New Generation Launchers (NGL) eingesetzt. Sie soll bis zur ESA-Minister-ratskonferenz Vorschläge für die Auslegung künftiger Träger vorbereiten.

Weitere gemeinsame Projekte mit hoher Sichtbarkeit sollen aus den Bereichen AURORA, Ozeanografie oder Formation Flying identifiziert werden.

Im Juni 2005 wurde die Gründung des gemeinsamen Kompetenzzentrums im Bereich „Information Extraction“ unterzeichnet. Dieses Institut ist an der ENST in Paris installiert. Prof. Datcu, DLR leitet den gemeinsamen Lehrstuhl des Zentrums.

Unterzeichnung des Abkommens: Die Ausrichtung der 6. Internationalen Konferenz zur Entwicklung künftiger Träger erfolgt in diesem Jahr in gemeinsamer Verantwortung von CNES, DLR und ONERA. Zur Konferenz, die in München stattfinden wird, werden ca. 400 Experten aus dem internationalen Umfeld erwartet.

#### **Netzwerk der technischen Zentren**

Nachdem seit Amtsantritt des ESA Director General Dordain das Thema im ESA-Rahmen ruhte, wurden im Februar die Diskussionen wieder aufgenommen. Gerade im Hinblick auf das Europäische Raumfahrtprogramm soll verstärkt auf die Nutzung nationaler Kompetenzen zurückgegriffen werden. ESA strebt hierbei eine fallweise pragmatische Vorgehensweise an, die von Deutschland unterstützt wird.

Mit Leitung des Technologie-Zentrums der ESA (ESTEC) fanden auf Vorstandsebene Gespräche zur Intensivierung der technischen Zusammenarbeit statt. Bis Ende 2005 sollen konkrete Aktivitäten zur Erweiterung der Kooperation gestartet werden.

## Internationale Zusammenarbeit

Das Jahr 2004 war geprägt von einschneidenden Ereignissen der internationalen Luft- und Raumfahrt: In Europa unterzeichneten die Europäische Kommission und die europäische Raumfahrtagentur ESA ihr Rahmenabkommen über ihre zukünftige Zusammenarbeit; im Januar 2004 verkündete Präsident Bush die neue NASA-Mission unter dem Titel „Space Exploration“; das Luftfahrtjahr 2004/2005 stand ganz im Zeichen des erfolgreichen Erstflugs des Airbus 380 im Frühjahr 2005.

In der internationalen Raumfahrtkooperation des DLR standen daher drei Themen im Vordergrund: Die Positionierung der deutschen Raumfahrt angesichts der Space Exploration Mission der NASA, wobei der immer weiter verzögerte erste Shuttle-Start nach dem tragischen Columbia-Unglück zunehmend Konsequenzen für die internationale Raumstation ISS erkennen ließ. Aufbauend auf dem EU-ESA-Rahmenabkommen galt es zweitens, den Weg für eine einvernehmliche europäische Raumfahrtspolitik zu ebnen, die auch die neuen Mitgliedsstaaten der erweiterten Europäischen Union berücksichtigt. Damit rückten drittens die europäischen Raumfahrtinitiativen, Galileo wie GMES, und die Anwendungspotenziale der Raumfahrt immer stärker in den Vordergrund. Deren zunehmende Bedeutung belegte auf tragische Weise die Tsunami-Flutwelle, die gegen Jahresende 2004 weite Küstengebiete Südostasiens vernichtete und tausende Todesopfer forderte. Hier leistete das Zentrum für Kriseninformation des DFD nicht nur aktuellen Katastrophenhilfe, indem es zeitnah wertvolle Kartierungsinformation an deutsche und internationale Hilfsorganisationen lieferte. Entsprechend engagiert sich das DLR auch beim Aufbau eines deutschen Tsunami-Frühwarnsystems in Südostasien.



Besuch des ESTEC-Leiters Courtois im DLR

### Zusammenarbeit mit den USA

Im November 2004 sowie im März 2005 nutzte NASA zwei Konferenzen, um die Inhalte der US-amerikanischen Space Exploration Initiative vorzustellen. Parallel verstärkten sich jedoch Probleme in konkreten Vorhaben der bilateralen deutsch-amerikanischen Zusammenarbeit. Mit der immer weiter verzögerten Wiederaufnahme der Shuttle-Flüge wird der weitere Aufbau und die mögliche Nutzung der ISS zu einem kritischen Diskussionspunkt. Auch bleiben die Rahmenbedingungen für weitere Kooperationen auch auf Industrieseite unklar, während die deutsche Raumfahrtwissenschaft und -forschung in den USA unverändert hohes Ansehen genießt und die Fähigkeiten der deutschen Raumfahrtindustrie etwa bei der Entwicklung des neuen amerikanischen Crew Exploration Vehicle (CEV) zum Einsatz kommen könnten. Verzögerungen seitens NASA bestimmten auch die Zusammenarbeit beim Flugzeugteleskop SOFIA, für dessen Forschungseinsatz zunächst die weitere amerikanische Finanzierung gewährleistet werden muss.

**Zusammenarbeit mit den neuen EU-Mitgliedsstaaten**

Angesichts der Osterweiterung der Europäischen Union war es für das DLR ein wichtiges Anliegen, auch die bilaterale Kooperation mit den neuen EU-Mitgliedsstaaten auszubauen und hierfür neue Foren zu schaffen und zu nutzen. Ein erstes Beispiel hierfür war die Konferenz der Europäischen Kommission zur internationalen Raumfahrtkooperation im Februar 2005. Mit Unterstützung des BMBF setzt das DLR jedoch auch eigene Akzente: Der Strategiefonds des DLR-Vorstands und die Nutzung der HGF-Förderung ermöglichten erste gemeinsame Anträge im EU-Forschungsrahmenprogramm unter Einbindung mittel- und osteuropäischer Partner. Geplant wurde zudem eine Konferenz zum Thema angewandte Erdbeobachtung deren Ziel ist es, deutsche Infrastrukturen und Industriekompetenzen vorzustellen und die bilaterale Vernetzung zu stärken.

**Zusammenarbeit mit Russland**

Die Kooperation mit Russland stand ganz im Zeichen der Raumfahrtzusammenarbeit. Neben der strategischen ESA-Partnerschaft mit Russland (Suyuz in Kourou) dienten bilaterale Besuche dem Zweck, Möglichkeiten für einen Ausbau der deutsch-russischen Kooperation zu eruieren. Im August 2004 besuchte eine Delegation der russischen Raumfahrtagentur ROSKOSMOS unter Leitung von Herrn General a.D. Shylov das DLR sowie EADS, IABG und Bayerische Staatsministerien. Ebenso wie beim Gegenbesuch von Herrn Prof. Bachem bei NPO PM in Krasnojarsk standen die bilateralen Kooperationspotenziale bei GALILEO im Vordergrund. Ein zentrales Ereignis der Kooperation war gegen Jahresende 2004 sicherlich der Start des deutschen Robotik – Experiments ROKVISS mit einer Progress M 51 zur ISS. ROKVISS wurde Mitte Januar 2005 erfolgreich an der Außenseite des Service Modules montiert und in Betrieb genommen. ROKVISS war daher auch ein Thema der Russlandreise

von Frau Bundesministerin Bulmahn in Begleitung von Herrn Prof. Wittig, Vorstandsvorsitzender des DLR, deren Gespräche die ISS sowie Sojus in Kourou zum Inhalt hatten.

**Zusammenarbeit mit China**

Im Zeichen der ersten bemannten Mission Chinas dienten Besuche des Staatssekretärs des BMBF und des DLR-Vorstands dem Ziel, verstärkt auch die Kooperationspotenziale der deutschen Industrie wie der deutschen Forschung auszuloten und zu fördern. Neben der traditionell besonders engen Zusammenarbeit in der Luftfahrtforschung, insbesondere mit dem Chinese Aeronautics Establishment (CAE), wurden aber auch im noch jungen Schwerpunkt Verkehr erste Kooperationen realisiert, die einen erfreulichen Dritt-mittelrückfluss in das DLR beinhalten. So wurde die Nutzung des DLR Traffic Tower Konzepts für Peking vereinbart. Das DLR wird die chinesische CAAC bei ihren Pilotenauswahlverfahren unterstützen. In der Luftfahrtforschung erfolgte auf dem 21. Joint Committee Meeting DLR – CAE (Chinese Aeronautical Establishment) in Peking der Startschuss für sieben durch Airbus finanzierte bilaterale FuE-Vorhaben. Im Gegenzug besuchte Mitte Februar 2005 eine Delegation des Chinesischen Wissenschafts- und Technologieministeriums unter Leitung von Herrn Vizeminister Prof. Ma das DLR in Oberpfaffenhofen sowie weitere deutsche Gesprächspartner im Rahmen des Galileo-Programms. Verhandlungen zu verschiedenen Testeinrichtungen und deren Einsatz in China wurden aufgenommen.

**Zusammenarbeit mit Japan**

Erstmals fand 2004 der deutsch-japanische Strategiedialog mit der neuen, zusammengeführten japanischen Luft- und Raumfahrtagentur JAXA statt. Er wurde im Februar 2005 in Toulouse ergänzt um den trilateralen Workshop in der Luftfahrtforschung gemeinsam mit der ONERA.

**Zusammenarbeit mit weiteren Partnern**

Zwischen dem DLR-Institut für Kommunikation und Navigation sowie der indischen und der indonesischen Raumfahrtagentur konnten die Verhandlungen zum trilateralen Projekt TRAINERS zur Atmosphären- und Ionosphärenforschung erfolgreich abgeschlossen werden.

Im Rahmen eines Workshops des DLR-Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik mit dem australischen Cooperative Research Center for Advanced Composite Structures, CRC-ACS, wurden verschiedene Kooperationsthemen auf dem Gebiet der Faserverbundstrukturen vereinbart. Kanada blieb auch 2004/2005 ein wichtiger Partner für Kooperationsvorhaben in der Robotik und der Erdbeobachtung.

In Asien entwickelt sich, auch im industriepolitischen Sinn, Südkorea zu einem zunehmend wichtigen Partnerland. Das DLR bemüht sich entsprechend um eine breite Kooperationsbasis mit KARI (Korea Aerospace Research Institute), getragen von interessanten Perspektiven für DLR-Forschung und Entwicklung gerade in der Raumfahrt.

**Internationale Zusammenarbeit**

	2002	2003	2004
Internationale Gastwissenschaftler (Aufenthalt > 1 Monat) bezogen auf wiss. Mitarbeiter in Instituten*	6,1%	6,1%	5,8%

\* Zahl der Gastwissenschaftler in 2004 gleichgeblieben bei zunehmender Anzahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter in Instituten.

## Nachwuchsförderung und Chancengleichheit

Im Mai 2005 wurde das DLR mit dem Zertifikat „Audit Beruf & Familie®“ durch die Gemeinnützige Hertie-Stiftung ausgezeichnet. Dieses „Audit“ ist ein Managementinstrument für familienbewusste Personalpolitik, das Arbeitgeber dabei unterstützt, das Spektrum ihrer familienorientierten Personalmaßnahmen detailliert und in seiner Wirksamkeit zu erfassen und deren Umsetzung nachzuhalten.

Nach der Re-Auditierung im November 2004 wurden die neuen Ziele als Vorstandsbeschluss verabschiedet. Gemäß den Bedürfnissen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter soll eine möglichst große Variabilität der flexiblen Arbeitszeiten angeboten werden, die Berücksichtigung familiärer Verpflichtungen soll bereits im Vorfeld betrieblicher Umorganisationen erfolgen und die Akzeptanz von mobilen Arbeitsplätzen soll verbessert werden ebenso wie die interne Kommunikation über laufende Maßnahmen des Projekts. Das Thema „Vereinbarkeit von Beruf und Familie“ wird in Führungsinstrumente und Seminare integriert. Auch in der Außendarstellung des DLR wird seine Familienorientiertheit unterstrichen.

Diese wurde bereits in das „Konzept zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Chancengleichheit“ als eigenständige Aktionslinie integriert. Erklärte Absicht ist die sukzessive Erhöhung des Frauenanteils in der Wissenschaft und in Führungspositionen. Hierzu enthält das Konzept einen neuen Ansatz zur Identifizierung möglicher Kandidatinnen sowie spezifische Personalentwicklungsmaßnahmen für diesen Kreis. Die im Konzept, das nach einjähriger Laufzeit evaluiert wurde, enthaltenen neuen Maßnahmen

### Personal

	2002	2003	2004
Anzahl der Mitarbeiter/innen	5.012	5.069	5.055
Wissenschaftl. Mitarbeiter	2.334	2.354	2.336
Dauerverträge/Zeitverträge	2.942/2.070	2.935/2.134	2.913/2.142
Frauenanteil			
- insgesamt	28 %	28 %	28 %
- in Führungspositionen	12 %	12 %	12 %
- wissenschaftliche Mitarbeiterinnen	12 %	12 %	13 %
Jungwissenschaftler/innen	135	135	128
Doktorand/innen (intern/extern)	335	437	453
Auszubildende	242	242	251

wurden erfolgreich angenommen. Die Kaminesgespräche und der Dialog mit dem Nachwuchs als Gesprächsforen für Nachwuchskräfte mit dem Vorstand stoßen auf große Resonanz und werden auch in Zukunft zum festen Angebot für Nachwuchskräfte gehören. Derzeit wird ein Tenure-Track-Programm erarbeitet, das die systematische Förderung von High Potentials vorsieht. Primäres Anliegen ist es, den wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt auf Führungsfunktionen vorzubereiten. Entscheidend ist in diesem Programm, dass nicht von vornherein bestimmte Maßnahmen wie 6-monatige Auslandsaufenthalte, Mentoring etc. festgeschrieben werden, sondern dass diese Instrumente auf den Qualifizierungsbedarf zukünftig vakanter Führungspositionen und den individuellen Präferenzen der Mitarbeiter/innen im Sinne der Laufbahnplanung maßgeschneidert werden.



Auftaktveranstaltung Mentoringprogramm

## Personalentwicklung im DLR

Personalentwicklung (PE) im DLR ist Teil des ganzheitlichen Unterstützungsprozesses „Personalmanagement“ und fokussiert auf die strategischen Ziele der Institute und Einrichtungen.

Ziel ist es, vorhandene Qualifikationen, Fähigkeiten, Entwicklungsbedürfnisse und Leistungspotenziale der Mitarbeiter/Innen zu erkennen, zu entwickeln und mit den jeweiligen Erfordernissen der Arbeitsplätze in Einklang zu bringen. PE sichert den qualitativen Personalbedarf und verbessert die Arbeitseffizienz; sie erfasst die Interessen und Eignungspotenziale der Mitarbeiter/Innen und optimiert damit die Arbeitszufriedenheit und –motivation.

Personalentwicklung wird im DLR unmittelbar mit der Organisationsentwicklung verzahnt. Insbesondere strategische und strukturelle Veränderungsprozesse in den Instituten und Einrichtungen werden über moderierte Teamworkshops unterstützt.

### Instrumente und Dienstleistungen der Personalentwicklung

Die Personalentwicklung im DLR umfasst neben allgemeinen Beratungsangeboten zu allen Fragen der Weiterbildung, Mitarbeiterführung und -förderung folgende primäre Dienstleistungen:

- Örtliche und standortübergreifende Bildungsprogramme mit Fokus auf Sprach- und EDV-Schulungen, soziale Kompetenzen, Managementkompetenzen und Gesundheitsförderung
- Differenzierte Personalentwicklung für Führungskräfte und Nachwuchsführungskräfte
- Teamworkshops zur Organisationsentwicklung (z. B. Veränderungsmanagement, Strategieentwicklung, Führung und Zusammenarbeit, maßgeschneiderte Trainingsseminare für Teams)

- Unterstützung bei der Rekrutierung, Auswahl und Einarbeitung neuer Mitarbeiter/Innen
- Coaching von Führungskräften und Mitarbeiter/Innen sowie Kleingruppen
- Mentoring, insbesondere zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
- Führungskräfte-Feedback zur Optimierung der Führung und Zusammenarbeit
- Projektleitung zu den Themen Chancengleichheit und Vereinbarkeit von Beruf und Familie
- Zentrale Ausbildungskoordination (251 Auszubildende)

49 % der Mitarbeiter haben 2004 zumindest einmal im Jahr an den Bildungsprogrammen bzw. den PE-Angeboten für Führungskräfte oder Teamworkshops teilgenommen. Durchschnittlich 1,7 Tage verbringt jede/r Mitarbeiter/in pro Jahr mit PE-Maßnahmen (Weiterbildungsveranstaltungen oder Teamworkshops), für die gesamte Belegschaft sind dies 8707 Tage im Jahr 2004.

Es wurden insgesamt 11 Mentoring-Tandems von der Personalentwicklung betreut.

Inzwischen wurde ein neues, unternehmensübergreifendes Mentoring-Projekt (Cross-Mentoring) innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft begonnen, die Federführung liegt beim DLR.

Eine Befragung der Doktoranden im DLR hat zu weiteren spezifischen Bildungsangeboten für den wissenschaftlichen Nachwuchs geführt, die auf die Optimierung von Arbeitstechniken, wissenschaftlichen Präsentationen und Publikationen abzielen und Perspektiven für die weitere Laufbahnentwicklung vermitteln.

Die Intensivtrainings zum Projektmanagement wurden weiter professionalisiert und über ein verbindliches Curriculum auf den amerikanischen PMI-Standard ausgerichtet. Ergänzt wird diese Qualifizierung durch spezifische E-Learning-

Programme (bis hin zur Vorbereitung auf die PMI-Zertifizierung) und das DLR-interne Projektmanagementportal.

### Neue Entwicklungen/ Prozessorientierung

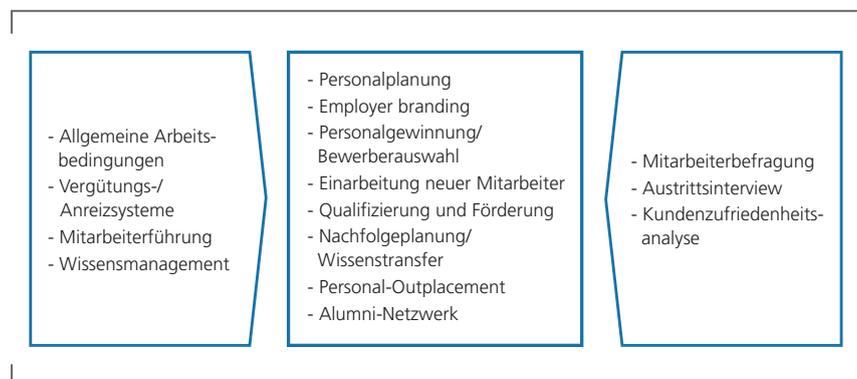
Seit 2003 wurde das neue, integrierte Personalentwicklungssystem kontinuierlich umgesetzt. Basis des Modells sind systematische Bedarfsanalysen auf der 2. und 3. Führungsebene zu wesentlichen Fragen des Personalmanagements und – auf individueller Ebene – Mitarbeitergespräche mit Zielvereinbarungen. Auf dieser Grundlage erstellen qualifizierte Personalentwickler für die Organisationseinheiten maßgeschneiderte Personal- und Organisationsentwicklungskonzepte. Sie beraten und begleiten die Umsetzung vielfältiger Personalentwicklungsinstrumente (one face to the customer) und evaluieren deren Effizienz. Auf dieser Grundlage wurden bereits fünf örtliche Betriebsvereinbarungen zur Personalentwicklung abgeschlossen, für die übrigen Standorte laufen derzeit die Verhandlungen.

Insgesamt zeigten die Bedarfsanalysen auf Führungsebene den eindeutigen Wunsch nach einer örtlich verfügbaren, ganzheitlichen Unterstützung und Beratung zum Personalmanagement.

Deshalb wurden wesentliche Dienstleistungen der Personalentwicklung und der Personaladministration auf einen idealtypischen Personalmanagementprozess ausgerichtet (s. Abb.).

Die acht Prozessschritte bilden ein ganzheitliches Personalmanagementsystem ab. Sie beschreiben Maßnahmen und Instrumente, die unter Berücksichtigung betrieblicher sowie individueller Rahmenbedingungen das Leistungsverhalten und die Arbeitszufriedenheit der Mitarbeiter optimal beeinflussen sollen. Um dies zu erreichen, müssen die Führungskräfte spezifische Funktionen erfüllen und das Personalmanagement jeweils komplementäre Dienstleistungen bereitstellen.

### Ganzheitlicher Personalmanagementprozess im DLR



### Personalentwicklung und Mobilität

	2002	2003	2004
Weiterbildungstage pro Mitarbeiter	1,7	1,6	1,7
Mentoringpaare	3	11	11
Auslandsabordnungen* (Monate)	514	450	274

\* Die Zahl der Abordnungen ist in 2004 konstant geblieben. Ab 2004 werden jedoch die DNW-Abordnungen nicht mehr mit angegeben.

Darüber hinaus ist es Aufgabe des Personalmanagements, möglichst attraktive Arbeitsbedingungen und eine stärkere Leistungsorientierung bei der Gewährung von Zulagen zu bewerkstelligen. Die Führungskräfte sind dafür verantwortlich, die Mitarbeiter entsprechend ihrer Potenziale und Bedürfnisse zu führen und ein effizientes Wissensmanagement bei dynamischer Mitarbeiterfluktuation sicherzustellen. Die Qualität des Personalmanagements muss sich zudem stärker an empirischen Evaluationsergebnissen messen lassen (Austrittsinterviews, Mitarbeiterbefragung, Kundenzufriedenheitsanalyse).

Dieser neue Personalmanagementprozess wurde unlängst von einem hochrangigen Gutachtergremium als effektiv und zukunftsweisend bewertet.

## Auszeichnungen und Preise

### Interne Auszeichnungen

#### **DLR-Wissenschaftspreis 2004**

- Dr. rer. nat. Günter Schewe, Dipl.-Phys. Holger Mai und Dr.-Ing. Guido Dietz, Institut für Aeroelastik
- Dr.-Ing. Stefan Hein und Werner Koch, Ph.D., Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
- Dr. techn. Thorsten Hohage, Universität Göttingen
- Dr.- Ing. Frank Holzäpfel und Dr.-Ing. Thomas Hofbauer, Institut für Physik der Atmosphäre
- Denis Darracq, Ph.D., und Henri Moet, Ph.D., CERFACS, Toulouse, Frankreich
- François Garnier, Ph.D., und Cécile Ferreira Gago, Ph.D., ONERA, Châtillon, Frankreich
- Dr.-Ing. Uwe Schulz, Institut für Werkstoff-Forschung
- Scott G. Terry, Ph.D., und Prof. Carlos G. Levi, Univ. of California, Santa Barbara, CA, USA

#### **DLR-Seniorwissenschaftler 2004**

- Prof. Dr. sc. nat. Herbert Jahn, Optische Informationssysteme
- Dr. rer. nat. habil. Tom Rother, Institut für Methodik der Fernerkundung

#### **DLR-Forschungssemester 2004**

- Dr.-Ing. Richard Degenhardt, Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik (früher Institut für Strukturmechanik)
- Dr.-Ing. Ulrich Füllekrug, Institut für Aeroelastik
- Dr. rer. nat. Karl-Heinz Funken, Institut für Technische Thermodynamik
- Dr.-Ing. Joachim Hausmann, Institut für Werkstoff-Forschung
- Dr. oec. troph. Martina Heer, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin
- Prof. Dr.-Ing. Norbert Kroll, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
- Dr. rer. nat. Richard Meyer, Institut für Physik der Atmosphäre
- Dr. rer. nat. Andreas Neumann, Institut für Technische Thermodynamik
- Dr. rer. nat. Richard Woessler, Institut für Verkehrsforschung

#### **Preise der Freundesgesellschaft des DLR**

Hugo Denkmeier Preis 2004:

- Herrn Dr. Thomas Birner

Fritz-Rudolf-Preis 2004 an das Team „Rosetta Lander“.

Aus dem Institut für Raumsimulation des DLR Köln-Porz:

Dr. rer. nat. Jens Biele, Dr. rer. nat. Johannes Bossler, Dipl.-Ing. Cinzia Fantinati, Ursula Jacobs, Dipl.-Informatiker Sven Jansen, Dipl.-Ing. Michael Maibaum, Dipl.-Ing. Theo Neuhausen, Dipl.-Ing. Brigitte Pätz, Dipl.-Phys. Klaus Pelka, Peter Penkert, Dipl.-Ing. Ulrike Ragnit, Ing. grad. Volker Rehm, Dipl.-Phys. Hartmut Scheuerle, Dipl.-Phys. Hans-Peter Schmidt, Klaus-Dieter Schmidt, Dr. rer. nat. Stephan Sous, Dr. rer. nat. Stephan Ulamec, Gert Warmbold, Dr. rer. nat. Rainer Willnecker

**Externe Auszeichnungen 2004**

Aus dem Institut für Faserverbundeleichtbau und Adaptronik des DLR Braunschweig:

Dr.-Ing. Joachim Block, Claudia Drescher, Cordelia Koch, Dr. Andreas Obst, Dr.-Ing. Rainer Schütze, Dipl.-Ing. Tom Spröwitz, Wolfgang Thal, Horst Wohl, Brigitte Zell-Walczok

**Innovationspreis 2004**

- Manfred Beversdorff
- Martin Müller
- Dr.-Ing. Ingo Röhle
- Dr.-Ing. Richard Schodl
- Dr. rer. nat. Guido Stockhausen
- Dr. phil. Christian Willert
- im Institut für Antriebstechnik, Köln-Porz, für das Projekt „Doppler Global Strömungsgeschwindigkeitsmessverfahren (DGV) für die Entwicklung moderner Kolbenmotoren“

**Qualitätspreis des DLR**

Dr. Nikolaus Hanowski, Raumflugbetriebe, Günter Mansfeld, Institut für Flugführung, Manfred Senden, Finanzen und Unternehmenscontrolling, Rainer Dröske, TESAT Spacecom und Manfred Engelhardt, Alpha- Mess-, Steuer- und Regelungstechnik GmbH werden ausgezeichnet für ihr hervorragendes Engagement in systematischer Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement zum Nutzen des DLR, sowie ihre besonderen Verdienste bei der Einführung und der konsequenten Umsetzung des Qualitätsmanagements in ihrer Einrichtung bzw. in ihren Verantwortungsbereichen zur Erhöhung der Qualität der Produkte und Leistungen des DLR.

Auszeichnung	Preisträger
Werner von Siemens Excellence Award 2004	Dipl.-Ing. N. Bajcinca
IROS Finalist for the Best Conference (International Conference on Robotics and Systems)	Dipl.-Ing. N. Bajcinca R. Cortesao Prof. Dr. G. Hirzinger Dipl.-Ing. M. Hauschild
EURON Technology Transfer Award 2004 (European Robotics Research Network)	Dr. J. Bals Prof. Dr. M. Otter Dipl.-Ing. M. Thümmel
IEEE Fellow 2004 (Institute of Electrical and Electronics Engineers)	Prof. Dr. R. Bamler
Reinhard-Furrer-Preis 2004 der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.	Dr.-Ing. B. Dachwald
Preis der Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge, Stuttgart	Dipl.-Met. C. Gatzen
VDE Award	C. Geist
IUTAM Bureau Price (International Union of Theoretical and Applied Mechanics)	Dipl.-Ing. I. Kaiser
2004 Science and Engineering Visualization Challenge der NSF (National Science Foundation)	Dr. rer. nat. R. Meisner N. Sparwasser T. Ruppert C. Gredel
IEEE Student Paper Price 2004	T. Mette
IEEE Fellow 2004; (Auszeichnung des Institute of Electrical and Electronics Engineers)	Prof. Dr. A. Moreira
Innovationspreis 2004 der Stadt Köln	Dr. D. Neuhaus
Best Paper Award 2004 der ASME (American Society of Mechanical Engineers)	Dr. rer. nat. K. Pottler Dr.-Ing. E. Lüpfer
U.A. Helava Award 2004 - Best Paper der ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing)	Dr. B. Rabus Dr. M. Eineder Prof. Dr. R. Bamler Dr. A. Roth
Howard Hughes Awards 2004 der American Helicopter Society (AHS International)	Dr.-Ing. habil. M. Raffel Ing. H. Richard
Best Paper Award 2004 der ISSSE (Intern. Symposium on Signals, Systems and Electronics), Linz, Austria	Dr.-Ing. B. van der Wall et al. (Hart II Team) R. Raulefs

# Zusammenstellung der Kennzahlen

<b>Drittmittel</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Drittmittelerträge gesamt	233 Mio. EUR	240 Mio. EUR	242 Mio. EUR
Drittmittelanteil am Gesamtertrag	49 %	49 %	49 %
Ertragswachstum inländischer Wirtschaftserlöse aus FuE Tätigkeit	+20 %	-11 %	18 %
Anteil der Erträge von ausländischen Auftraggebern (Ertragsvolumen)	35 %	39 %	35 %
Erfolgsquote EU-Anträge in den letzten drei Jahren (angenommen/ingereicht)	38 %	33 %	42 %
Erträge aus EU-Förderungen	12,6 Mio. EUR	13,1 Mio. EUR	12,5 Mio. EUR
Verhältnis Koordinator/gesamt (laufende EU-Projekte)	15 %	14 %	13 %

Zahlenangaben gemäß den Jahresabschlüssen

<b>Forschungsbezogene Ergebnisse</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Vorträge bei wissenschaftlichen Konferenzen, Workshops, Vorlesungen*	0,77	0,82	0,88
Rufe an Hochschulen	11	11	12
Lehraufträge	131	137	159
Diplomarbeiten	150	199	235
Dissertationen	63	77	86
Habilitationen	3	4	5

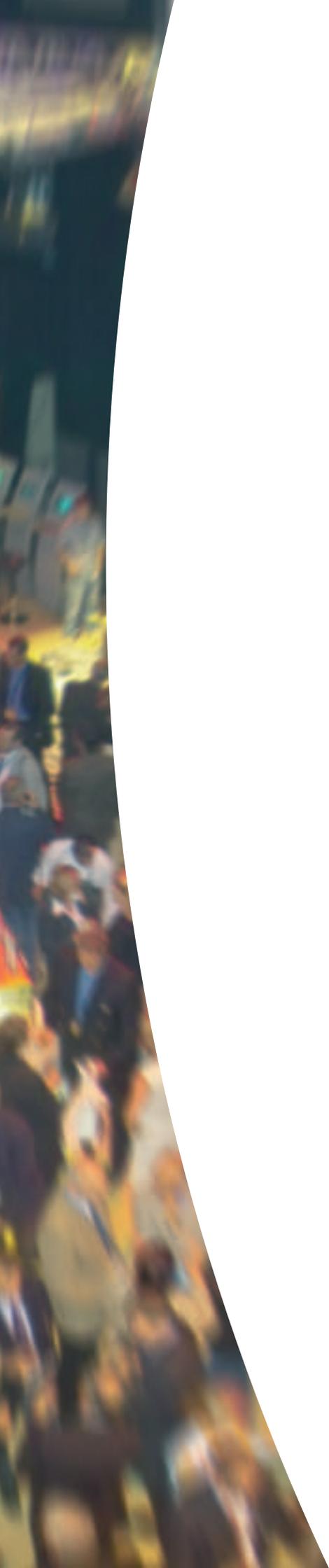
\* pro wissenschaftl. Mitarbeiter in Instituten und Einrichtungen



<b>Technologiemarketing</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Erträge aus Lizenzen	1,9 Mio. EUR	3,9 Mio. EUR	4,2 Mio. EUR
Unternehmensausgründungen	0	1	1
Neue eigene Technologietransferprojekte	12	10	12
Investitionen in Technologietransferprojekte	1,7 Mio. EUR	2,2 Mio. EUR	2,4 Mio. EUR
<b>Management-Instrumente</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Projektarbeit gesamt	62 %	64 %	65 %
<b>Qualitätsmanagement</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Bestehende Zertifizierungen & Akkreditierungen	9	13	13
<b>Nationale und europ. Vernetzungen</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
DFG-Beteiligungen	32	34	36
Patenschaften	32	37	43
<b>Internationale Zusammenarbeit</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Internationale Gastwissenschaftler bezogen auf wiss. Mitarbeiter in Instituten (Aufenthalt > 1 Monat)	6,1 %	6,1 %	5,8 %
<b>Personal</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Anzahl der Mitarbeiter/innen	5.012	5.069	5.055
Wissenschaftl. Mitarbeiter	2.334	2.354	2.336
Dauerverträge/Zeitverträge	2.942/2.070	2.935/2.134	2.913/2.142
Frauenanteil			
- insgesamt	28 %	28 %	28 %
- in Führungspositionen	12 %	12 %	12 %
- wissenschaftliche Mitarbeiterinnen	12 %	12 %	13 %
Jungwissenschaftler/innen	135	135	128
Doktorand/innen (intern/extern)	335	437	453
Auszubildende	242	242	251
<b>Personalentwicklung und Mobilität</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Weiterbildungstage pro Mitarbeiter	1,7	1,6	1,7
Mentoringpaare	3	11	11
Auslandsabordnungen (Monate)	514	450	274



# DATEN & FAKTEN



# Institute und Einrichtungen

- Aerodynamik und Strömungstechnik
- Aeroelastik
- Antriebstechnik
- Bauweisen- und Konstruktionsforschung
- Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum
- Fahrzeugkonzepte
- Faserverbundleichtbau und Adaptronik
- Flugbetriebe
- Flugführung
- Flughafenwesen und Luftverkehr
- Flugsystemtechnik
- Hochfrequenztechnik und Radarsysteme
- Kommunikation und Navigation
- Luft- und Raumfahrtmedizin
- Methodik der Fernerkundung
- Optische Informationssysteme
- Physik der Atmosphäre
- Planetenerforschung
- Qualitäts- und Produktsicherung
- Raumfahrtantriebe
- Raumflugbetrieb und Astronautentraining
- Raumsimulation
- Robotik und Mechatronik
- Simulations- und Softwaretechnik
- Stiftung Deutsch-Niederländische Windkanäle
- Technische Physik
- Technische Thermodynamik
- Verbrennungstechnik
- Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung
- Verkehrsforschung
- Werkstoff-Forschung

# Mitglieder und Gremien

**Das DLR hatte im Jahr 2005 (Stand 30.06.2005) neben Ehrenmitgliedern, Wissenschaftlichen Mitgliedern und Mitgliedern von Amts wegen 49 Fördernde Mitglieder.**

## Ehrenmitglieder

- The Honorable Daniel Saul Goldin, Washington
- Prof. Dr. rer. nat. Reimar Lüst, Hamburg
- Jean Sollier, Rueil-Malmaison, Frankreich
- Prof. Dr.-Ing. Gerhard Zeidler, Stuttgart

## Fördernde Mitglieder

**Öffentlich-rechtliche Körperschaften, die jährlich wiederkehrende Zuwendungen von mindestens 50.000,- Euro leisten:**

- Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Bonn
- Land Baden-Württemberg, vertreten durch den Baden-Württembergischen Minister für Wirtschaft, Stuttgart
- Freistaat Bayern, vertreten durch den Bayerischen Staatsminister für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, München
- Land Berlin, vertreten durch den Staatssekretär für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Berlin, Berlin
- Land Niedersachsen, vertreten durch den Niedersächsischen Minister für Wissenschaft und Kultur, Hannover
- Land Nordrhein-Westfalen, vertreten durch den Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

**(Natürliche und juristische Personen sowie Vereine und Gesellschaften ohne Rechtsfähigkeit)**

- Aerodata AG, Braunschweig
- Air Liquide Deutschland GmbH, Krefeld
- ALSTOM Power Generation AG, Mannheim
- AOPA-Germany, Verband der Allgemeinen Luftfahrt e. V., Egelsbach
- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e. V., Berlin
- AUDI AG, Ingolstadt
- Robert Bosch GmbH, Berlin
- Stadt Braunschweig
- Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V., Berlin
- CAE Elektronik GmbH, Stolberg
- Carl-Cranz-Gesellschaft e. V., Weßling/Obb.
- Commerzbank AG, Großkundencenter West, Düsseldorf
- Computer Anwendung für Management GmbH, Gilching
- DaimlerChrysler AG, Stuttgart
- Deutsche BP Holding AG, Hamburg
- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal Oberth e. V. (DGLR), Bonn
- Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation e. V., Bonn
- Deutscher Luftpool, München
- DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen
- Diehl VA Systeme Stiftung & Co. KG, Überlingen
- Dornier GmbH, Friedrichshafen
- Dresdner Bank AG, Köln
- EADS Deutschland GmbH, München
- ESG Elektroniksystem- und Logistik-Gesellschaft mbH, München
- Ford-Werke AG, Köln
- Fraport AG, Frankfurt/Main
- GAF AG, München
- GERLING Vertrieb Firmen und Privat - AG/Gerling Vertrieb Industrie AG, Köln
- GEW RheinEnergie AG, Köln

- Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG), Ottobrunn
- Kayser-Threde GmbH, München
- KUKA Roboter GmbH, Augsburg
- LIEBHERR-AEROSPACE LINDENBERG GmbH, Lindenberg/Allgäu
- Lufthansa Technik AG, Hamburg
- MAN Technologie AG, Augsburg
- MST Aerospace GmbH, Köln
- MTU Aero Engines GmbH, München
- Nord-Micro Elektronik AG & Co. OHG, Frankfurt/Main
- OHB-System AG, Raumfahrt- und Umwelt-Technik, Bremen
- Rheinmetall Defence Electronics GmbH, Bremen
- Röder Präzision GmbH, Egelsbach
- Rohde & Schwarz GmbH + Co. KG, Köln
- Rolls-Royce, Deutschland Ltd & Co. KG, Dahlewitz
- RUAG Aerospace Deutschland GmbH, Weßling
- Siemens AG, München
- Snecma Moteurs, Vernon
- Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG, Backnang
- Gemeinde Weßling, Weßling/Obb.
- ZF Luftfahrttechnik GmbH, Calden

## Wissenschaftliche Mitglieder

- Prof. Dr.-Ing. Maria Esslinger, Braunschweig
- Prof. Dr.-Ing. Philipp Hartl, München
- Prof. Dr. Hans Hornung, Pasadena, Californien/USA
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Erich Truckenbrodt, Grünwald
- Prof. Dr. rer. nat. Joachim E. Trümper, Garching

## Mitglieder von Amts wegen

- Prof. Dr. rer. pol. Achim Bachem, Köln
- Dr. rer. pol. Ludwig Baumgarten, Bonn
- Dipl.-Ing. Frieder Hartmut Beyer, Lindenberg
- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Bullinger, München
- Prof. Dr. rer. nat. Berndt Feuerbacher, Köln
- Prof. Dr. rer. nat. Ursula Gather, Dortmund
- Dipl.-Ing. Rainer Götting, Heidelberg
- Prof. Dr. rer. nat. Peter Gruss, München
- Prof. Dr. rer. pol. Bernd J. Höfer, Köln
- Prof. Dr.-Ing. Peter Horst, Braunschweig
- Dipl.-Betriebswirt Dieter Kaden, Offenbach a. M.
- Andreas Kleffel, Düsseldorf
- Dipl.-Ing. Reiner Klett, München
- Prof. em. Egon Krause, Ph. D., Aachen
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kubbat, Darmstadt
- Dr.-Ing. Norbert Rüdiger Ninz, Überlingen
- Dr.-Ing. Manfred Peters, Köln
- Dipl.-Kfm. Gerhard Puttfarcken, Hamburg
- Dipl.-Ing. Horst Rauck, Augsburg
- Prof. Dr.-Ing. Gottfried Sachs, Garching
- Dipl.-Kfm. Burkhard Schuchmann, Werdohl
- Dr. rer. pol. Rainer Schwarz, Düsseldorf
- Dr.-Ing. Klaus Steffens, München
- Prof. Dr.-Ing. Joachim Szodruch, Köln
- Uwe Teegen, Braunschweig
- Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker, Bonn-Bad Godesberg
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. mult. Sigmar Wittig, Köln
- Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Darmstadt

# Senat des DLR

**Am 30.06.2005 gehörten dem Senat folgende Personen an:**

**Aus dem Bereich der Wissenschaft:**

- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Hans-Jörg Bullinger kraft Amtes
- Prof. Dr. rer. nat. Berndt Feuerbacher
- Prof. Dr. rer. nat. Ursula Gather
- Prof. Dr. rer. nat. Peter Gruss kraft Amtes
- Prof. Dr.-Ing. Peter Horst
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kubbat (stv. Vorsitzender)
- Dr.-Ing. Manfred Peters
- Prof. Dr.-Ing. Gottfried Sachs
- Uwe Teegen
- Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker kraft Amtes
- Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner

**Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie:**

- Dipl.-Ing. Frieder Hartmut Beyer
- Dipl.-Ing. Rainer Götting
- Dipl.-Betriebswirt Dieter Kaden
- Andreas Kleffel
- Dipl.-Ing. Reiner Klett
- Dr.-Ing. Norbert Rüdiger Ninz
- Dipl.-Kfm. Gerhard Puttfarcken
- Dipl.-Ing. Horst Rauck (stv. Vorsitzender)
- Dipl.-Kfm. Burkhard Schuchmann
- Dr. rer. pol. Rainer Schwarz
- Dr.-Ing. Klaus Steffens

**Aus dem staatlichen Bereich:**

- Ministerialdirektor Dr. rer. pol. Hans-Jürgen Froböse
- Staatssekretär Dr. Hans-Gerhard Husung
- Ministerialrat Helge Kohler
- Ministerialdirigentin Dr. rer. pol. Waltraud Kreuz-Gers
- Staatssekretär Dr. Josef Lange
- Staatssekretär Prof. Dr. Frieder Meyer-Krahmer (Vorsitzender)
- Vortragender Legationsrat 1. Klasse Dr. rer. nat. Karl-Ulrich Müller
- Ministerialdirektor Dr. Andreas Schuseil
- Ministerialdirigent Dr. jur. Klaus-Dieter Stein
- Ministerialdirigent Dr. jur. Armin Tschermak von Seysenegg
- Staatsminister Dr. jur. Otto Wiesheu

# Senatsaus- schuss des DLR

**Am 30.06.2005 gehörten dem Senatsausschuss je sechs Mitglieder aus dem Bereich der Wissenschaft, je sechs Mitglieder aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie sowie dem staatlichen Bereich an.**

**Aus dem Bereich der Wissenschaft:**

- Prof. Dr.-Ing. Manfred Aigner
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler
- Prof. Dr. rer. pol. Martin Grötschel
- Dr. rer. nat. Hans-Peter Kreplin
- Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis
- Prof. Dr. rer. nat. Sami K. Solanki (stv. Vorsitzender)

**Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie:**

- Prof. Dr.-Ing. Klaus Broichhausen
- Christa Fuchs
- Dipl.-Ing. Rainer Götting (Vorsitzender)
- Betriebswirt Josef Kind
- Dipl.-Ing. Georg Rayczyk
- Dr.-Ing. Peter Tropschuh

**Aus dem staatlichen Bereich (in 2005 stimmberechtigt):**

- Leitender Ministerialrat Dr. jur. Reinhard Altenmüller
- Ministerialdirigent Helge Engelhard
- Ministerialdirigent Dr. jur. Wolf Günther
- Ministerialrat Dipl.-Ing. Helge Kohler
- Ministerialrat Dr. jur. Axel Kollatschny
- Vortragender Legationsrat 1. Klasse Dr. Karl-Ulrich Müller

**Aus dem staatlichen Bereich (2005 nicht stimmberechtigt):**

- Ursel Anna Grunow
- Ministerialrat Dr. rer. pol. Gerd Gruppe
- Regierungsdirektor Dr.-Ing. Ulrich Stöcker

## Mitglieder des Vorstandes

(Stand: 30.06.2005)

- Prof. Dr. rer. pol. Achim Bachem
- Dr. rer. pol. Ludwig Baumgarten
- Prof. Dr. rer. pol. Bernd J. Höfer (stv. Vorsitzender)
- Prof. Dr.-Ing. Joachim Szodruch
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. mult. Sigmar Wittig (Vorsitzender)

## Ausschuss für Raumfahrt

(Stand 30.06.2005)

- Ministerialdirektor Dr. C. Uhlhorn  
Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Vortragender Legationsrat 1. Klasse  
Dr. rer. nat. Karl-Ulrich Müller  
Auswärtiges Amt
- Ministerialdirigent Joachim Schwarzer  
Bundesministerium der Finanzen
- Ministerialdirigent Dr. jur. Wolf Günther  
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
- Wolfgang Reimer Bundesministerium  
für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
- Dipl.-Ing. Erwin Bernhard Referatsleiter  
Bundesministerium der Verteidigung
- Dr.-Ing. Ulrich Stöcker Bundesministerium  
für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- Rainer Hinrichs-Rahlwes  
Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit
- Ministerialrat Harald Kuhne  
Bundeskanzleramt

## Wissenschaftl.-Techn. Rat

Mitglieder des WTR  
(Stand: 30.06.2005)

- Dr. Marina Braun-Unkhoff VT
- Dr. Martin Bruse DNW
- Dr. Reinhold Busen PA  
(stellv. Vorsitzender)
- Prof. Dr. Stefan Dech DFD
- Dipl.-Wirtsch.-Ing. V. Harbers FB  
(Vorsitzender)
- Dr. Thomas Holzer-Popp DFD
- Prof. Dr. Herbert Jahn OS
- Prof. Dr. Alberto Moreira HR
- Dipl.-Phys. P.-M. Nast TT
- Prof. Dr. Karsten Lemmer FS
- Prof. Dr. Stefan Levedag FT
- Prof. Dr. Hans Müller-Steinhagen TT

Daten & Fakten >  
Senat/Senatsausschuss/  
Vorstand/Ausschuss f.  
Raumfahrt/WTR

# Beteiligungen des DLR

Anteil am Kapital

**DLR Joint Ventures Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Bonn**  
**100,00 %**

Gegenstand des Unternehmens ist die Beteiligung an Europäischen Wirtschaftlichen Interessenvereinigungen im Rahmen der satzungsgemäßen Aufgaben des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V.. Die Gesellschaft wurde 2003 neu errichtet und am 20.08.2003 in das Handelsregister Bonn eingetragen.

**Stiftung Deutsch-Niederländische Windkanäle, (DNW), Noordoostpolder/ Niederlande**  
**50,00 %**

Die Stiftung wurde vom DLR zu gleichen Teilen mit seiner niederländischen Partnerorganisation NLR ([www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)) als non-profit Organisation errichtet. Ihre Aufgabe besteht im Betrieb, dem Unterhalt und der Weiterentwicklung des stiftungseigenen Niedergeschwindigkeitskanals in Noordoostpolder sowie von weiteren Windkanälen des DLR und des NLR.  
([www.dnw.aero](http://www.dnw.aero))

**European Transonic Windtunnel GmbH (ETW), Köln**  
**31,00 %**

ETW, der Europäische Transschall-Windkanal, erbaut und getragen von den vier Nationen Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Niederlande, ist der modernste Luftfahrtwindkanal der Welt. Neu konzipierte Flugzeuge werden als verkleinerte Modelle im ETW unter tatsächlichen Flugbedingungen erprobt und optimiert. Die gewonnenen Erkenntnisse sind entscheidend für den Erfolg des Flugzeugprojektes.  
([www.etw.de](http://www.etw.de))

**T-Systems Solutions for Research GmbH, Weßling**  
**25,10 %**

T-Systems Solutions for Research – ein Gemeinschaftsunternehmen des DLR und der T-Systems ITS GmbH – bietet Kunden aus Wissenschaft und Forschung eine langfristige IT-Partnerschaft an. Das DLR hat seine „Zentrale Datenverarbeitung“ in das Joint Venture ausgegründet.  
([www.t-systems-sfr.com](http://www.t-systems-sfr.com))

**Anwendungszentrum GmbH Oberpfaffenhofen, Wessling**  
**25,00 %**

Gegenstand des Unternehmens ist der Ausbau und der Betrieb eines Anwendungszentrums für Satellitennavigation und weitere Technologien, die Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie zur Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen in diesen Bereichen sowie die Bereitstellung umfassender Unternehmensberatungsleistungen. Die Gesellschaft wurde am 7. April 2005 als Public-Private-Partnership errichtet und hat den vom DLR aufgebauten Inkubator für Firmengründungen und -ansiedlungen im Bereich der Satellitennavigation am Standort Oberpfaffenhofen übernommen.  
([www.anwendungszentrum.de](http://www.anwendungszentrum.de))

**Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen  
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH,  
Bad Neuenahr-Ahrweiler  
25,00 %**

Die Europäische Akademie widmet sich der Erforschung und Beurteilung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für das individuelle und soziale Leben des Menschen und seine natürliche Umwelt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Prozessen, die durch die Natur- und Ingenieurwissenschaften und die medizinischen Disziplinen geprägt sind. Die Europäische Akademie führt in wissenschaftlicher Unabhängigkeit einen Dialog mit Wirtschaft, Kultur, Politik und Gesellschaft. Weiterer Gesellschafter ist das Land Rheinland-Pfalz. ([www.europaeische-akademie-aw.de](http://www.europaeische-akademie-aw.de))

**TTIB Technologietransfer- und Innovationszentrum Region Bonn  
Verwaltungsgesellschaft mbH i.L.,  
Bonn  
17,33 %**

Der Gesellschaft obliegt die Geschäftsführung der TTIB Technologietransfer- und Innovationszentrum Region Bonn GmbH & Co. KG, deren operativer Geschäftsbetrieb eingestellt wurde. Die Gesellschaft befindet sich in Liquidation.

**ZFB Zentrum für Flugsimulation  
Berlin GmbH, Berlin  
16,67 %**

Gegenstand des Unternehmens ist die Bereitstellung von Flugzeugsimulatoren, insbesondere für Forschung und Lehre, auf den Gebieten der angewandten Forschung für Flugführung und Flugverfahren, der Systemsimulation und -manipulation und angrenzender Technologiefelder, der Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren für Luft- und Raumfahrt sowie das Training von Flugzeugbesatzungen. ([www.zfb-berlin.de](http://www.zfb-berlin.de))

**ZTG Zentrum für Telematik im Gesundheitswesen GmbH, Krefeld  
6,00 %**

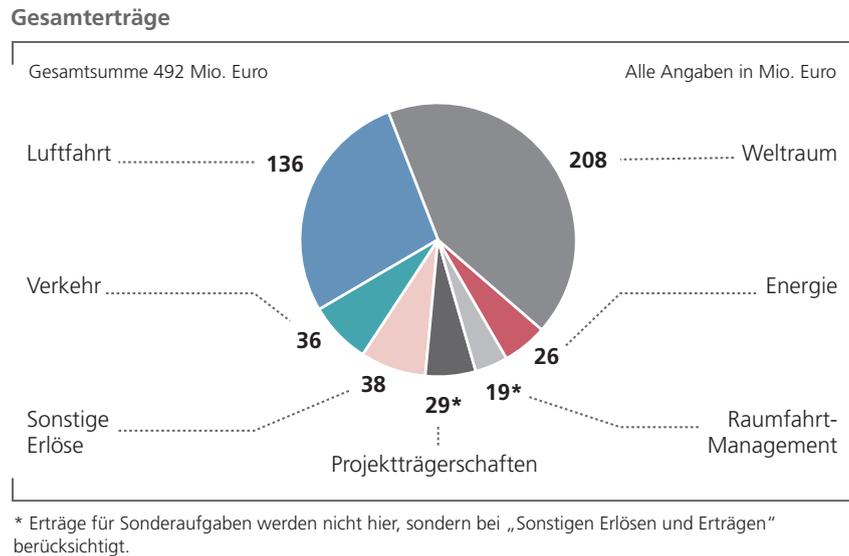
Ziel des Kompetenzzentrums ist es, moderne Informations- und Kommunikationstechnologien ins Gesundheitswesen einzuführen, weiter zu entwickeln und zu verbreiten. Aufgabenschwerpunkte sind die neutrale Beratung und das Projektmanagement für Kunden aus Industrie und Gesundheitswesen, die Umsetzung interoperabler Lösungen für eine integrierte Versorgung sowie die Förderung des Wissenstransfers zwischen Gesundheitswesen, Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. ([www.ztg-nrw.de](http://www.ztg-nrw.de))

**Geophysica EEIG, Florenz  
5,10 %**

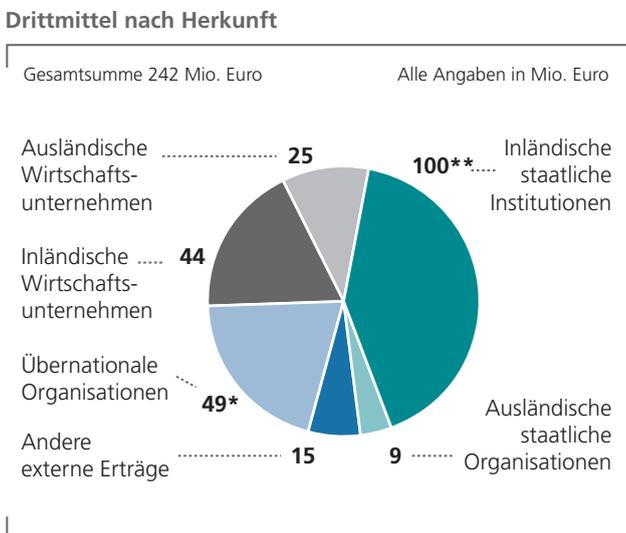
Die Gesellschaft managt und koordiniert den Betrieb des russischen Höhenforschungsflugzeugs Geophysica und bietet den beteiligten europäischen Forschungseinrichtungen die Möglichkeit, das Flugzeug für Forschungsprojekte mit dem Schwerpunkt auf Einflüsse von Klimaänderungen und Verschmutzungen der Ozonschicht einzusetzen. Weitere Gesellschafter sind die Forschungszentren Jülich und Karlsruhe sowie vier italienische Partner, darunter die Raumfahrtagentur ASI und die Forschungsorganisation CNR. ([www.geophysica-eeig.cnr.it](http://www.geophysica-eeig.cnr.it))

# Mittelverwendung

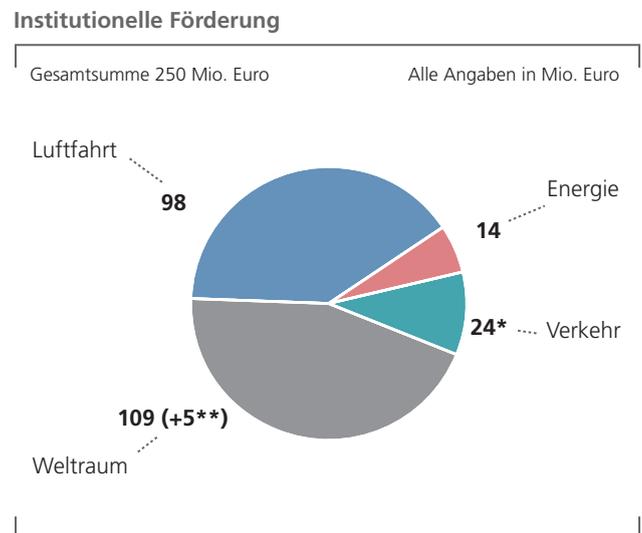
## Gesamterträge 2004 (Drittmittel- und Grundfinanzierung)



## Drittmittel nach Herkunft und Institutionelle Förderung 2004



\* davon: ESA 36, EU 13, Sonstige 1  
 \*\* davon: Projektträgerschaft 47, nationale staatl. Institutionen 40, Sonstige inländische staatl. FuE-Drittmittel 13

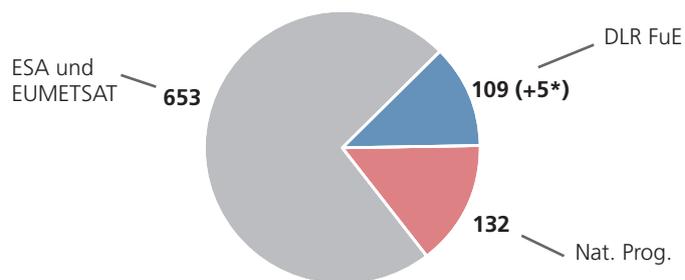


\* Ein wesentlicher Teil der Anschubfinanzierung für den sich im Aufbau befindenden Schwerpunkt Verkehr erfolgt als Projektförderung und ist hierin nicht enthalten.  
 \*\* Weitere 5 Mio. Euro erhält das DLR pauschal aus dem Nationalen Programm, da es sich nicht um Mittel des Nationalen Programms bewerben kann.

## Öffentliche Mittel Deutschlands für die Raumfahrt 2004

### Öffentliche Mittel für die Raumfahrt

Alle Angaben in Mio. Euro



\*Weitere 5 Mio. Euro erhält das DLR pauschal aus dem Nationalen Programm, da es sich nicht um Mittel des Nationalen Programms bewerben kann.

2004 wurden in Deutschland ca. 900 Mio Euro öffentlicher Mittel für die zivile Raumfahrt eingesetzt.

Davon wurden ca. 73 % für den deutschen Beitrag zur ESA (BMBF und BMVBW) und EUMETSAT (BMVBW), 15 % für das deutsche Nationale Raumfahrtprogramm und 12 % für Forschung und Entwicklung im Schwerpunkt Raumfahrt des DLR verwendet.

# Abkürzungsverzeichnis

<b>ACARE</b>	Advisory Council for Aeronautical Research in Europe	<b>GNC</b>	Guidance, Navigation and Control
<b>ATI</b>	Administrative und Technische Infrastruktur des DLR	<b>GSOC</b>	German Space Operation Center
<b>ATM</b>	Air Traffic Management	<b>HBK</b>	Hochdruck-Brennkammer-Prüfstand
<b>ATV</b>	Automated Transfer Vehicle	<b>HRSC</b>	High Resolution Stereo Camera
<b>AWI</b>	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung	<b>HTSL</b>	Hochtemperatur Supraleitung
<b>BDLI</b>	Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie	<b>HU Berlin</b>	Humboldt-Universität zu Berlin
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung	<b>IABG</b>	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	<b>IFEU</b>	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
<b>BMVg</b>	Bundesministerium der Verteidigung	<b>ILA</b>	Internationale Luft- und Raumfahrtausstellung (Berlin Air Show)
<b>BMWA</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit	<b>IP</b>	Integrated Project
<b>BWB</b>	Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung	<b>ISS</b>	International Space Station
<b>BRH</b>	Bundesrechnungshof	<b>ISAS</b>	Institute of Space and Astronautical Science, Ibaraki University, Japan
<b>CAAC</b>	China Administration of Civil Aviation	<b>JAXA</b>	Japan Aerospace Exploration Agency
<b>CAD</b>	Computer Aided Design	<b>KARI</b>	Korea Aerospace Research Institute
<b>CAE</b>	Chinese Aeronautics Establishment	<b>LBK</b>	Lichtbogenbeheizter Windkanal
<b>CDA</b>	Cosmic Dust Analyzer	<b>LSF</b>	Luftfahrtforschungsprogramm sichere und effiziente Flugführung
<b>CDR</b>	Critical Design Review	<b>MoU</b>	Memorandum of Understanding
<b>CFD</b>	Computational Fluid Dynamics	<b>MPG</b>	Max-Planck-Gesellschaft
<b>CFMU</b>	Central Flow Management Unit	<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>CIRA</b>	Italienischen Zentrum für Luftraumforschung	<b>NASDA</b>	National Space Development Agency of Japan
<b>CNES</b>	Centre National Spatiales	<b>NGO</b>	Non Government Organisation
<b>CST</b>	Centre Spatial de Toulouse	<b>ONERA</b>	Office National d'Études et de Recherches Aéropatiales
<b>DDI</b>	Digital-Divide Initiative	<b>ORL</b>	Firma Orbital Recovery Ltd.
<b>DFD</b>	Deutsches Fernerkundungs-Datenzentrum	<b>PAC</b>	Polish American Congress
<b>DFG</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft	<b>PCB</b>	Printed Circuit Board
<b>DFS</b>	Deutsche Flugsicherung	<b>PEFC</b>	Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell
<b>DLR</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.	<b>PIV</b>	Particle Image Velocimetry
<b>DNW</b>	Deutsch-Niederländische Windkanäle	<b>PKE</b>	Plasma-Kristall-Experiment
<b>EADS</b>	European Aeronautic Defence and Space Company	<b>PPP</b>	Public Private Partnership
<b>EC</b>	Eurocopter	<b>PT</b>	Projekträger
<b>ECD</b>	Eurocopter Deutschland	<b>RF-Agentur</b>	Raumfahrt-Agentur
<b>ECSS</b>	European Cooperation for Space Standardization	<b>RFI</b>	Rete Ferroviaria Italiana (ital. Schienennetzbetreiber)
<b>EDC</b>	Export Development Canada	<b>RLV</b>	Reusable Launch Vehicle
<b>EMIR</b>	European Microgravity Research Programme	<b>SAR</b>	Synthetic Aperture Radar
<b>ESA</b>	European Space Agency	<b>SETES</b>	SAR End-to-End Simulator
<b>ESOC</b>	European Space Operations Center	<b>SLES</b>	Spacecraft Life Extension Systems
<b>ESRANGE</b>	European Sounding rocket Range	<b>SRON</b>	Scientific Research Organisation Netherlands
<b>ESTEC</b>	European Space Research and Technology	<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topography Mission
<b>ESVP</b>	Europäische Sicherheits- und Verteidigungspolitik	<b>SSC</b>	Swedish Space Cooperation
<b>EU</b>	Europäische Union	<b>STREP</b>	Specific Targeted Research Projects
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung	<b>TH</b>	Technische Hochschule
<b>GAF</b>	Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung	<b>TTIB</b>	Technologietransfer- und Innovationszentrum Region Bonn
<b>GASP</b>	Gemeinsame Außen- und Sicherheitspolitik	<b>UAV</b>	Unmanned Aerial Vehicle
<b>GFZ</b>	Geoforschungszentrum Potsdam	<b>UN</b>	United Nations
<b>GKSS</b>	Forschungszentrum Geesthacht	<b>UVIS</b>	Ultraviolet Imaging Spectrograph
<b>GMES</b>	Global Monitoring of Environment and Security	<b>VIMS</b>	Visible and Infrared Mapping Spectrometer
		<b>WÜTA 1</b>	Wärmeübertragertestanlage

- Herausgeber** **Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft
- Der Vorstand
- Anschrift** Linder Höhe  
51147 Köln
- Redaktion** Dr. Nicola Rohner  
Unternehmensentwicklung  
und Außenbeziehungen
- Gestaltung** CD Werbeagentur GmbH,  
Troisdorf
- Druck** Druckerei Thierbach GmbH,  
Mülheim/Ruhr
- Drucklegung** Köln, Dezember 2005
- Berichtszeitraum** 1. Juli 2004 bis 30. Juni 2005
- Datenerhebung** zum 31. Dezember 2004
- Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige  
Verwendung nur nach vorheriger  
Absprache mit dem DLR gestattet.
- [www.DLR.de](http://www.DLR.de)



# Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig.

In 31 Instituten und Einrichtungen an den acht Standorten Köln-Porz, Berlin-Adlershof, Bonn-Oberkassel, Braunschweig, Göttingen, Lampoldshausen, Oberpfaffenhofen und Stuttgart beschäftigt das DLR ca. 5.100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Das DLR unterhält Außenbüros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Die Mission des DLR umfasst die Erforschung von Erde und Universum, Forschung für den Erhalt der Umwelt und umweltverträgliche Technologien zur Steigerung der Mobilität sowie für Kommunikation und Sicherheit. Das Forschungsportfolio des DLR reicht in seinen Schwerpunkten Luftfahrt, Weltraum, Verkehr und Energie von der Grundlagenforschung zu innovativen Anwendungen und Produkten von morgen. So trägt das im DLR gewonnene wissenschaftliche und technische Know-how zur Stärkung des Industrie- und Technologiestandortes Deutschland bei. Das DLR betreibt Großforschungsanlagen für eigene Projekte sowie als Dienstleistung für Kunden und Partner. Darüber hinaus fördert das DLR den wissenschaftlichen Nachwuchs, betreibt kompetente Politikberatung und ist eine treibende Kraft in den Regionen seiner Standorte.



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

in der Helmholtz-Gemeinschaft

**Unternehmensentwicklung und  
Außenbeziehungen**

Linder Höhe  
51147 Köln

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