





*Herausgeber:  
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Der Vorstand*

*Redaktion:  
Dr. Volker Kratzenberg-Annies  
(ViSdP)  
Marco Trovatiello  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit*

*Briefadresse:  
51170 Köln*

*Hausadresse:  
Porz-Wahnheide  
Linder Höhe  
51147 Köln  
Telefon: (0 22 03) 6 01-0  
Telefax: (0 22 03) 6 73 10  
E-Mail: [pressestelle@dlr.de](mailto:pressestelle@dlr.de)  
Internet: <http://www.dlr.de>*

*Gestaltung:  
MACH 8, Essen*

*Druck:  
Thierbach, Mülheim/Ruhr  
Köln, im September 2000*

*ISSN 0938-2194  
Abdruck (auch von Teilen)  
oder sonstige Verwendung nur  
nach vorheriger Absprache  
mit dem DLR gestattet*



Vorwort	2
Schwerpunkt Raumfahrt	4
Schwerpunkt Luftfahrt	26
Schwerpunkt Energietechnik	38
Schwerpunkt Verkehr	42
Innovation	46
Auszeichnungen und Preise	52
Institute und Einrichtungen	58
Mitglieder und Gremien	60

■ Das DLR hat die Schwelle zum Jahr 2000 mit einer neu formulierten Unternehmensstrategie überschritten. In einem breit angelegten Diskussionsprozess, der das elektronische Medium Intranet ebenso einschloss wie vom Vorstand durchgeführte Standortgespräche, haben sich im Laufe des Jahres 1999 weit mehr als 1.000 Mitar-

## Vorwort

beiterinnen und Mitarbeiter daran beteiligt, die Herausforderungen am Beginn des neuen Jahrhunderts mit Engagement und Ideenreichtum anzunehmen und zu beantworten. Ergebnis dieses von allen Beteiligten sehr positiv bewerteten Prozesses ist das im November 1999 veröffentlichte Dokument „Das Forschungsunternehmen DLR – Ziele und Strategien“. Es arbeitet das Konzept des

„Forschungsunternehmens“ weiter aus, mit dem sich das DLR für die Erfordernisse verstärkten Wettbewerbs um Forschungsmittel auch in Zukunft erfolgreich positionieren wird und formuliert die fachlichen Schwerpunkte des DLR ebenso wie die Grundzüge seiner internationalen Strategie und seiner Personalpolitik. Getragen wird die Unternehmensstrategie durch die Mission des DLR, neue Dimensionen für die Erforschung von Erde und Universum für die weitere Verbesserung der Lebensbedingungen in der modernen Gesellschaft zu eröffnen.

Einen spektakulären Erfolg bei der Umsetzung dieses Anspruchs haben wir mit unserer Erdbeobachtungsmission SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) erzielt, die Anfang 2000 durchgeführt wurde. Im Rahmen dieses weltweit höchst beachteten Projekts wurden mit deutscher Sensortechnologie im Radarbereich, unterstützt vom deutschen ESA-Astronauten Gerhard Thiele an Bord des amerikanischen Space Shuttle, Daten gewonnen, die ein gewaltiges Nutzungsspektrum umfassen. Kernelement ist die Erstellung einer digitalen dreidimensionalen Weltkarte, begleitet durch unzählige Anwendungsmöglichkeiten in Geographie, Ressourcenmanagement sowie Umwelt- und Katastrophenschutz. Dieser Reichtum macht exemplarisch deutlich, welche Vorteile die Investitionen in solche Projekte für unterschiedliche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens bringen; und dies nicht nur für Deutschland, sondern global.

Um diese Potenziale voll ausschöpfen zu können, bildet internationale Zusammenarbeit einen Grundbestandteil der Arbeitsweise des DLR. Gleichmaßen erfüllt das DLR eine nationale Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung und Zukunftstechnologien einerseits und innovativen Anwendungen andererseits in engem Zusammenwirken mit den Hochschulen und der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie mit der Industrie. Das „Trilaterale Memorandum“, welches das DLR Anfang 1999 mit diesen Partnern abgeschlossen hat, entwickelt inzwischen Dynamik für unterschiedliche Forschungsbereiche wie neue Trägersysteme, leisen Luftverkehr und Simulationstechnik. Darüber hinaus werden besondere Anstrengungen bei der Nachwuchsförderung unternommen, um gemeinsam mit unseren Partnern die Attraktivität natur- und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge – über die Faszination hinaus, die Luft- und Raumfahrt erfreulicherweise ungeschmälert vermitteln – weiter zu steigern, um den Wissenschafts- und Industriestandort Deutschland zu stärken.

Die internationale Dimension der Vernetzung wird vom DLR besonders aktiv auf europäischer Ebene verfolgt. Schon lange bevor die Europäische Kommission einen „Europäischen Forschungsraum“ als Ziel ausgab, hat das DLR die konzeptionelle Führungsfunktion für die Vernetzung von Luftfahrt- und Raumfahrt-Forschungseinrichtungen übernommen. Insbesondere in der Luftfahrt hat die deutsch-französische und deutsch-niederländische Kernbildung innerhalb der europäischen Assoziation der Luftfahrtforschungseinrichtungen erhebliche Fortschritte, wie bei der Zusammenführung von Windkanal- und Hubschrauberaktivitäten, gemacht. Dies setzt sich auch in der

derzeit in Angriff genommenen Ausgestaltung der Aktivitäten zu Starrflüglern (ONERA) und Air Traffic Management (NLR) fort. Für die Raumfahrt konnten deutsche Vorstellungen für die Formulierung einer übergreifenden europäischen Raumfahrtstrategie und zur Koordinierung der technischen Zentren durch Bundesministerin Edelgard Bulmahn bei der 1999 abgehaltenen ESA-Ministerkonferenz durchgesetzt werden. Entscheidend wird sein, dass das DLR seine Kernkompetenzen so weiterentwickelt, dass diese gleichzeitig die Kerne europäischer Exzellenzzentren darstellen werden.

Um dieses Ziel zu verwirklichen werden nicht nur die fachlichen Kerngebiete des DLR stetig weiter fokussiert. Auch die organisatorischen Voraussetzungen für eine effektive Forschung werden, wie unter anderem durch die Neustrukturierung der Raumfahrtanwendungen am Standort Oberpfaffenhofen, mit der für ein „Forschungsunternehmen“ nötigen Flexibilität geschaffen. Eine besondere Herausforderung stellt sich dem DLR in dieser Beziehung durch den Aufbau des neuen Schwerpunkts Verkehr. Dort konnten nicht nur die Eckpunkte für die interne Organisation in Form neuer Institute festgelegt werden; es wurde zudem der Entwurf für ein mehrjähriges Forschungsprogramm vorbereitet, der die Kernkompetenzen und Zielprodukte des DLR auf konkrete Maßnahmen hin ausrichtet. Parallel dazu wurde ein Vorstandsbereich Verkehr geschaffen. Die Bedeutung dieses neuen Schwerpunktes für das DLR wird damit unterstrichen und ein effektives Management garantiert. Dies ist um so wichtiger, da dem DLR die Aufgabe gegeben ist, die vorhandene leistungsfähige Forschungslandschaft zu ergänzen und grundsätzlich in Netzwerken mit Partnern aus Industrie, Verkehrswirtschaft und Wissenschaft zusammenzuarbeiten.

Der Jahresbericht 1999/2000 ist entsprechend der Ausweitung des Aufgabenspektrums des DLR und vor dem Hintergrund unserer intensiven Forschungstätigkeit in den nunmehr vier Schwerpunkten sowie der Aufgabenerfüllung als Raumfahrtagentur noch reicher und – wie ich hoffe – für den Leser noch interessanter. Mit den in diesem Jahresbericht beschriebenen Höhepunkten unserer Arbeit und aufbauend auf unseren hochmotivierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erscheint unser Ziel, die europäische Luft- und Raumfahrt auch in Zukunft entscheidend mitzugestalten, als ein angemessener Anspruch des DLR.



Prof. Dr. Walter Kröll  
Vorsitzender des Vorstands  
des Deutschen Zentrums  
für Luft- und Raumfahrt

# Schwerpunkt Raumfahrt

Die ESA-Ministerratskonferenz im Mai 1999 hat wesentliche programmübergreifende Entscheidungen

- ▶ zu einer europäischen Raumfahrtstrategie im Zusammenwirken mit der EU,
- ▶ zur Neugestaltung der Zusammenarbeit mit der Industrie in Public-Private-Partnership und
- ▶ zum Zusammenschluss von Einrichtungen und Kompetenzzentren in einem Netzwerk getroffen.

Bedeutende Programmentscheidungen erfolgten

- ▶ zur Festlegung des Mittelvolumens der obligatorischen Tätigkeiten und des Wissenschaftsprogramms und zur Finanzierung von MARS EXPRESS,
- ▶ zur Weiterentwicklung und Marktanpassung der ARIANE-5 (ARIANE-5 Plus),
- ▶ zum Betriebsprogramm der Internationalen Raumstation,
- ▶ zum Erdbeobachtungsrahmenprogramm und
- ▶ zu einem zivilen europäischen Satellitennavigationsprogramm.

Auf Grundlage dieser Entscheidungen wurden im Herbst 1999 die Arbeiten zum Deutschen Raumfahrtprogramm fortgesetzt.

Das Deutsche Raumfahrtprogramm integriert

- ▶ die deutsche Beteiligung am ESA-Programm,
- ▶ das nationale Raumfahrtprogramm und
- ▶ das F&E-Programm im Schwerpunkt Raumfahrt des DLR im Rahmen der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder

zu einem abgestimmten, strategisch ausgerichteten Gesamtansatz. Es wird ergänzt und flankiert durch Raumfahrtforschung in der MPG, der HGF, der DFG und in Instituten und Sonderforschungsbereichen der Hochschulen. Auf der Grundlage politischer Leitlinien wurden im Strategieteil des Deutschen Raumfahrtprogramms übergeordnete Zielsetzungen und strukturelle Rahmenbedingungen entwickelt, die längerfristig die Ausrichtung und Schwerpunktsetzung des deutschen Raumfahrtengagements bestimmen. Diese Ausrichtung wird in den acht Fachprogrammen des Deutschen Raumfahrtprogramms umgesetzt.

Wesentliche Leitlinien des Raumfahrtprogramms sind:

- ▶ eine konsequente Ausrichtung auf Nutzen und Bedarf als Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Aufgaben und zur Erschließung neuer, kommerziell tragfähiger Geschäftsfelder;
- ▶ eine verstärkte europäische Zusammenarbeit im Sinne einer Bündelung der Kräfte als unabdingbare Maßnahme zur Behauptung der europäischen Raumfahrtindustrie im globalen Wettbewerb;
- ▶ eine stärkere Konzentration auf thematische Schwerpunkte und Kernfelder mit dem Ziel der Besetzung von Spitzenpositionen in diesen Bereichen;
- ▶ eine weitere Steigerung der Effizienz durch Rationalisierung im Rahmen arbeitsteiliger europäischer Netzwerke, mehr Wettbewerb, Aktivierung privatwirtschaftlichen Engagements bei Public-Private-Partnership und Abbau von Effizienzhemmnissen.

Das Deutsche Raumfahrtprogramm hat einen intensiven Beratungs- und Abstimmungsprozess durchlaufen: mit den zuständigen Bundesressorts, im Ausschuss für Raumfahrt, in den Beratungsgremien des DLR – Programmkommission und Programmausschüsse –, mit Wissenschaft und Industrie, mit der ESA und mit den Raumfahrtorganisationen europäischer Partner.

Am 15. Mai 2000 wurde der Entwurf des Deutschen Raumfahrtprogramms dem BMBF zugeleitet. Es ist vorgesehen, den übergeordneten Strategieteil nach einer Ressortabstimmung dem Kabinett zur Verabschiedung als Programm der Bundesregierung vorzulegen.

Mit dem Deutschen Raumfahrtprogramm wird der deutschen Raumfahrt eine programmatische und finanzielle Perspektive vorgegeben: Für die Partner in Industrie und Wissenschaft schafft das Programm Transparenz und Planungssicherheit für eigenverantwortliche Entscheidungen und unternehmerisches Handeln; gegenüber unseren europäischen Partnern wird unsere Attraktivität und Verlässlichkeit als Kooperationspartner und Wettbewerber gestärkt; das DLR als Managementorganisation setzt das Programm um und schreibt es in Anlehnung an die Weiterentwicklung der Finanzplanung fort.

Die von der ESA-Ministerratskonferenz und dem EU-Forschungsministerrat 1999 beauftragte Erarbeitung einer europäischen Raumfahrtstrategie ist im März 2000 eingeleitet worden. Die deutsche Delegation hat ihre Vorstellungen von Beginn an umfassend und auf der Grundlage des Deutschen Raumfahrtprogramms in den europäischen Diskussionsprozess eingebracht.

Inzwischen haben ESA-Exekutive und die Europäische Kommission gemeinsam den Entwurf zu einer Europäischen Raumfahrtstrategie erarbeitet, der die schriftlichen Beiträge der Mitgliedsstaaten und die Ergebnisse eines Anhörungsverfahrens mit Vertretern der Regierungen, der Agenturen und der Industrie berücksichtigt. Die deutsche Position ist weitgehend in diesen Entwurf eingegangen.

Nach einer weiteren Konsolidierung des vorliegenden Entwurfs ist im November 2000 eine Verabschiedung der Europäischen Raumfahrtstrategie durch den Forschungsministerrat der EU und im Dezember durch den ESA-Rat vorgesehen.



■ Die ESA- „Cornerstone“-Mission „ROSETTA“ soll im Januar 2003 zu ihrer langen Reise zum Kometen Wirtanen aufbrechen, um diesen ab Ende 2011 auf seinem Weg ins Innere des Sonnensystems zu begleiten. Dabei wird der ROSETTA-Orbiter den Kometen mit Fernerkundungsmethoden analysieren, und ein unter DLR-Führung entwickeltes Landegerät wird Mitte 2012 auf dem Kometen abgesetzt, um chemische und physikalische Untersuchungen vor Ort durchzuführen. Von diesen Messungen

werden Erkenntnisse über die Urmaterie und somit über die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems erwartet.

## ROSETTA

### Entschleierung der Urmaterie im Sonnensystem

Wegen der enormen technologischen Ansprüche an das Gesamtprojekt aufgrund der langen Missionsdauer und der großen Komplexität der Forschungsziele kam es insbeson-

dere beim Landegerät zu Entwicklungsproblemen. Diese konnten im vergangenen Jahr durch verstärkten Mitteleinsatz, eine Verbesserung der Projektstruktur und technische Unterstützung von ESA gelöst werden.

Das DLR und die deutschen Wissenschaftler sind an der Instrumentierung und Nutzung in großem Umfang beteiligt, sei es durch das Kamerasystem auf Orbiter und Lander, das Staubdetektorsystem auf dem Orbiter, Instrumente zur Bestimmung physikalischer Parameter auf dem Kometen, Magnetometer und Plasmamonitor, Gasanalysator und das Kernsondierungs-Experiment mittels Radiosonde, sowie Infrarot-, Alpha-Proton-Röntgenspektrometer zur mineralogischen und chemischen Analyse der Oberfläche.

■ Infrarot-Astronomie ist vom Erdboden aus nur in wenigen engen spektralen „Fenstern“ – Bereichen, in

denen die Atmosphäre durchsichtig ist – möglich. Sie wird daher vor allem vom Weltraum aus betrieben. Aufbauend auf den Erfahrungen der ISO-Mission (Infrared Space Observatory) entwickelt die ESA als zukünftige

## FIRST

### Der Entstehung von Sternen und Galaxien auf der Spur

„Cornerstone“-Mission das Fern-Infrarot- und Submillimeter-Teleskop FIRST, mit dem Gebiete am Him-

mel untersucht werden sollen, die elektromagnetische Strahlung in diesem Bereich abstrahlen. Dies sind „Wolken“, Gegenden, in denen fast alle andere Strahlung bis auf den IR-Bereich absorbiert wird, in denen es aber zu Materiezusammenballungen und damit zu Sternentstehungsprozessen kommt. Auch ferne Regionen am Himmel – zum Beispiel junge Galaxien etc. – können mit Geräten wie FIRST hervorragend analysiert werden.

Während Raumfahrzeug und Teleskop von der ESA entwickelt werden, werden die auf Helium-Temperatur gekühlten Fokalinstrumente national beigestellt. Wegen des hohen Stellenwerts der IR-Astronomie beteiligt sich Deutschland an zwei der drei Instrumente. Das MPE in Garching führt die Entwicklung von „Photoconductor Array Camera and Spectrometer (PACS)“ an, und am „Heterodyne Instrument for FIRST (HIFI)“, einem Satz hochauflösender Spektrometer für das Ferne Infrarot, ist eine Gruppe von Wissenschaftlern vor allem aus Köln, Bonn und Berlin beteiligt.

Die Entwicklungsarbeiten der Instrumente haben begonnen. Der Start von FIRST ist für 2007 (zusammen mit dem PLANCK-Satelliten) geplant. Um ungestört von irdischen Einflüssen beobachten zu können, soll das Raumfahrzeug im 2. Lagrange-Punkt, 1.5 Mio. Kilometer von der Erde entfernt, positioniert werden.

■ Der zweite Cornerstone im Wissenschaftsprogramm der ESA ist ein Röntgenobservatorium, das aus drei parallel ausgerichteten Röntgenteleskopen und einem 30 Zentimeter optischen/UV-Teleskop besteht. Am 10. Dezember 1999 erfolgte der Start auf dem ersten kommerziellen Flug der ARIANE-5. Erstes Beobachtungsobjekt war ein Gebiet in der Großen Magellanschen Wolke, wo 1987 eine Supernova erschienen war. Im Vergleich zu anderen Röntgensatelliten zeichnet sich die Optik von XMM-

## XMM-Newton

### X-Ray Multi Mirror Mission

Newton durch eine große Sammelfläche aus, die es ermöglicht, auch schwache Röntgenquellen am Himmel zu sehen bzw. diese mit Hilfe von optischen Gittern zu spektroskopieren.

Auf den Erfahrungen mit dem deutschen Röntgensatelliten ROSAT aufbauend sind Wissenschaftler aus Garching, Tübingen und Potsdam maßgeblich an diesem Projekt beteiligt: Sie bauten einen von drei neuartigen Röntgendetektoren, entwarfen und testeten das

optische Design des Teleskops und bereiten Software für die Datenanalyse vor. XMM führt die Beobachtungen von ROSAT in einem erweiterten Spektralbereich und mit verbesserten Detektoren fort, um neue Einblicke in den Aufbau und die Entwicklung unseres Universums zu vermitteln.

■ Nach dem Verlust der russischen Mission Mars-96 führt die ESA eine Nachfolgemission durch, die

## MARS EXPRESS

### Suche nach Wasser und Leben

die wissenschaftlichen Kernthemen von Mars-96 nachholt. Das Projekt ist in das weltweit koordinierte

Programm zur Erforschung des Mars eingebettet. Es soll insbesondere die möglichst vollständige dreidimensionale Kartographie der Marsoberfläche mit einer Auflösung von etwa 20 Metern durchführen,

ergänzt um spektroskopische Messungen für die mineralogische Zusammensetzung. Zusätzlich sind Geräte zur Plasma- und Magnetfeldsondierung an Bord sowie ein Radargerät, mit dem vor allem nach Untergrund-Wasser (zum Beispiel Permafrost) gesucht werden soll. Als Ergänzung wird von Großbritannien ein Landegerät bereitgestellt, mit dem vor allem die chemische Zusammensetzung von Bodenproben bestimmt und nach Spuren von Leben gesucht werden soll. Hierfür liefert das DLR ein neuartiges Bohrgerät.

Deutschland ist vor allem durch die hochauflösende Farb-Stereokamera HRSC des DLR an MARS EXPRESS beteiligt, aber auch durch Beiträge zum Planeten-Fourier-Spektrometer, zum Radar und führend an der Radiosondierung. Sowohl die Geräte- als auch die Raumfahrzeug-Entwicklung laufen auf Hochtouren, da der Start im Juni 2003 erfolgen soll.

■ Das „Alpha Magnetic Spectrometer“ untersucht ab 2003 von der Internationalen Raumstation aus die hochenergetische kosmische Teilchenstrahlung. Besonderes

## AMS

Augenmerk wird auf den Nachweis von Antimaterie gelegt, deren Detektion zeigen soll, ob nach dem Urknall eine räumliche Trennung zwischen Materie und Antimaterie stattgefunden hat, oder ob mehr Materie als Antimaterie erzeugt worden ist.

Gebaut wird AMS als internationales Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaftlern aus 13 Ländern, darunter Deutschland, USA und der Schweiz. In Deutschland werden von der RWTH Aachen mit BMBF-Förderung durch das DLR Detektoren und Komponenten gefertigt, insbesondere ein sogenannter Übergangsstrahlendetektor.

Die Shuttle-Mission AMS im Juni 1998 war als technologischer Test angesetzt, hat aber auch äußerst interessante wissenschaftliche Ergebnisse zur Strahlungsumgebung der Erde geliefert. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Heliumkernen und Protonen wurden in 1999 und 2000 veröffentlicht.

■ Das Projekt SOFIA setzt die erfolgreiche deutsch-amerikanische Zusammenarbeit bei der Erforschung

## SOFIA Stratosphären- observatorium für Infrarot- Astronomie

des Weltalls fort. Das zentrale Instrument dieser Mission, ein Infrarot-Teleskop mit einem 2,7 Meter-Hauptspiegel, wird in eine umgerüstete Boeing 747 eingebaut. Ab Anfang 2003 werden für 20 Betriebsjahre astronomische

Beobachtungen in 12 bis 14 Kilometerhöhe mit jährlich 160 Flügen von jeweils sieben Stunden Messzeit durchgeführt. Mit der Untersuchung interstellarer Gas- und Staubwolken und dort eingelagerter organischer Moleküle werden wichtige Beiträge zur Er-

forschung der Stern- und Planetenentstehung und zu den Bausteinen primitiver Lebensformen erwartet. Deutsche Astronomen erhalten als Gegenleistung für die Beistellung des unter DLR-Leitung gebauten Teleskops und den 20-prozentigen DLR-Anteil am Missionsbetrieb in den USA 20 Prozent der Beobachtungszeit. Dazu entwickeln und bauen die Wissenschaftler aus Mitteln ihrer Institute leistungsstarke und hochauflösende Empfänger (Infrarot-Kameras und -Spektrometer), die jeweils an das Teleskop angeflanscht werden.

Die Entwicklung und Fertigung des Teleskops beim Industriekonsortium MAN Technologie AG und Kayser-Threde GmbH hat mit dem erfolgreichen Critical Design Review im April 2000 einen wesentlichen Meilenstein erreicht. Die Schwierigkeiten des vergangenen Jahres mit der Anpassung des Teleskops an die Flugzeugumgebung mit Vibrationen, Turbulenzen und Windströmungen und die hohen Sicherheitsanforderungen der amerikanischen Luftaufsichtsbehörde FAA hatten die Entwicklung des Observatoriums zunächst erheblich verzögert. Die vielfältigen Schnittstellen zwischen dem Teleskop und dem Flugzeug sowie mit der Operations- und Steuerkonsole sind jetzt weitgehend abgeklärt. Durch die Verlagerung der Integration des Teleskops in das Flugzeug von USA nach Deutschland konnte ein großer Teil der Zeitverzögerung aufgefangen werden. Die Fertigung der einzelnen Subsysteme des Teleskops hat begonnen, der Hauptspiegel befindet sich in der Endphase des Poliervorgangs, die 1,20-Meter-Lagerkugel ist fertig-

gestellt und die tragenden Strukturringe von bis zu drei Meter Durchmesser aus massivem Stahl sind bereits geschmiedet. Nach dem NASA-Critical Design Review des Gesamtobservatoriums im August 2000 wird auch auf amerikanischer Seite die Fertigung mit der Freigabe für die Umrüstung des Flugzeugs beginnen.

■ Die Forschungsraketenmissionen Texus 37 und Texus 38 wurden im 1. Quartal 2000 als Doppelkampagne durchgeführt. Zunächst wurde am 27. März im Auftrag des DLR eine TEXUS-Forschungsrakete vom Raketenstartgelände ESRANGE bei Kiruna (Nord-Schweden) erfolgreich gestartet. An Bord waren fünf bio- und materialwissenschaftliche Experimente deutscher Universitäten und Forschungszentren. Die Kosten für Flug und Modulentwicklung eines Experiments trug die Europäische Weltraumagentur ESA. Während der ballistischen Flugphase

## TEXUS- Doppel- kampagne 37/38

von TEXUS 37, bei dem für sechs Minuten Schwerelosigkeit und eine maximale Höhe von ca. 245 Kilometern erreicht wurden, führten die Wissenschaftler Untersuchungen durch

- ▶ zur Aufklärung des Mechanismus der Schwerkraftwahrnehmung bei verschiedenen Pflanzen (zwei Experimente der Universität Bonn), wobei unter anderem auch biochemische Veränderungen an Skelett-Eiweißen erforscht werden sollen,
- ▶ zur Regulation des Stoffwechsels in pflanzlichen Zellen (Universität Tübingen),
- ▶ zur gerichteten Erstarrung einer metallischen Modelllegierung (ACCESS e.V., Aachen),
- ▶ zur Ermittlung der kritischen Strömungsgeschwindigkeit in kapillaren Steighilfen (ZARM, Bremen).

Die drei biologischen Experimente dienen in erster Linie dem Erkenntnisgewinn in der Grundlagenforschung. Die beiden anderen Experimente besitzen daneben auch erhebliche Anwendungsrelevanz: zum einen für die Entwicklung und Optimierung moderner High-Tech-Werkstoffe (ACCESS), zum anderen für die optimale Auslegung von Treibstofftanks von TV-, Wetter- und anderen Langzeit-Satelliten und damit auch

für deren Funktions-/Lebensdauer im Weltraum (ZARM). Die erfolgreich durchgeführten Experimente einschließlich der gewonnenen Messdaten wurden den fünf beteiligten Wissenschaftlergruppen zur wissenschaftlichen Auswertung übergeben, die noch andauert.

Am 4. April wurde die zweite Rakete, TEXUS 38, im Auftrag der ESA erfolgreich gestartet. Mit an Bord war ein deutsches Experiment der Universität Marburg zur Knochenstoffwechsel-Problematik unter Schwerelosigkeit. Die Untersuchungen wurden auf zellulärer Ebene an Osteoblasten durchgeführt, die wissenschaftlichen Daten werden zur Zeit ausgewertet.

# Foton-12

■ Der Flug des russischen Wiedereintrittsatelliten FOTON-12 wurde durch vorbildliche Zusammenarbeit und gemeinsame Finanzierung der Raumfahrtagenturen Russlands (ROSAVIAKOSMOS), Europas (ESA), Frankreichs (CNES) und des DLR ermöglicht. Während der Mission vom 10. bis 24. September 1999 wurden acht deutsche Experimente durchgeführt:

Experimente zur Diffusion in metallischen Schmelzen (TU Berlin, Universität Karlsruhe) im Schmelzofen AGAT (TU Berlin), zu flüssigen Strömungsvorgängen in anwendungsrelevanten Konfigurationen (Universität Gießen) in der Anlage Fluidpac (ESA), zur Strahlenbiologie (DLR, Universität Giessen, Kiel und Siegen) in der Anlage Biopan (ESA) an der Außenseite von FOTON, zur Gravitationsbiologie (Universität Bonn) in der Anlage IBIS (CNES), zur Mikrogravitationsumgebung (DLR) waren geplant.

Durch technische Störungen in einigen Anlagen konnte das außerordentlich umfangreiche Experimentalprogramm nicht vollständig durchgeführt werden. Aus diesem Grund sowie zur Realisierung von neuen, gutachterlich hochbewerteten Experimentenvorschlägen, die aus Ausschreibungen zur Vorbereitung der Raumstationsnutzung hervorgegangen sind, haben die oben genannten Raumfahrtagenturen einen weiteren FOTON-Flug im Jahr 2002 fest eingeplant. Im Wesentlichen werden die gleichen Anlagen – zum Teil in modifizierter Form – erneut eingesetzt.

■ Seit der Entdeckung (1994, Prof. Dr. G. Morfill u. a.) von neuen und ungewöhnlichen „flüssigen“ und „kristallinen“ Plasmazuständen in komplexen Plasmen, das

## Plasmakristall-Anlage PKE

wissenschaftliche Interesse an dieser Thematik weltweit erheblich zugenommen. Experimente unter Schwerelosigkeit sind für dieses relativ neue Forschungsfeld als wesentlich anzusehen, sie komplementieren die erdgebundene Laborforschung.

heißt Plasmen mit kolloidalen Teilchen von einer Größe im  $\mu\text{m}$ -Bereich, hat das

Nach erfolgreichen TEXUS-Experimenten wurde eine Plasmakristall-Anlage für den Einsatz auf der Raumstation im Auftrag des DLR von der Firma Kayser-Threde (München), in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut (MPI) für Extraterrestrische Physik (Garching), entwickelt. Das Qualifikations- und Trainingsmodell der Anlage PKE wurde nach umfangreichen Tests fertiggestellt und wird im Juli 2000 an die wissenschaftlichen Kooperationspartner, das MPI für Extraterrestrische Physik, Garching, und das High Energy Density Research Center der russischen Akademie der Wissenschaften, Moskau, zur Vorbereitung des Starts durch die russische Firma RKK Energia übergeben. Das Flugmodell wird ebenfalls noch in diesem Jahr übergeben.

Nach dem Start des russischen Swesda-Moduls am 12. Juli 2000 ist geplant, die Plasmakristall-Anlage Ende 2000 mit dem russischen Raumtransporter PROGRESS zur Raumstation zu bringen. Das danach folgende Experimentalprogramm verteilt sich über mehrere Wochen, wobei bereits die erste Astronautenmannschaft mit den Versuchsläufen beginnen und die nachfolgende das Experiment zu Ende führen wird.

## International Microgravity Plasma Laboratory IMPF

■ Die Untersuchung von komplexen Plasmen unter Schwerelosigkeit durch das MPI für Extraterrestrische Physik hat ein weltweites Echo

und großes wissenschaftliches Interesse gefunden. Im Auftrag des DLR wurde daher eine Definitionsphase für ein „International Microgravity Plasma-Laboratory

– IMPF“, vom MPI für Extraterrestrische Physik zusammen mit der Firma Kayser-Threde durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war die Definition eines modular aufgebauten Plasmalabors für grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung auf der Raumstation. Die Anlage soll in verschiedenen Bereichen der Raumstation akkommodierbar sein.

Im Anschluss an die Definitionsphase hat das DLR eine zweijährige Vorentwicklungsphase für kritische Systemkomponenten in Auftrag gegeben. Nach der Definitionsphase werden auch diese Aktivitäten von einer international zusammengesetzten Expertengruppe beratend begleitet.

Die Untersuchungen an komplexen Plasmen sind zunächst der Grundlagenforschung zuzurechnen, die Verknüpfung von Plasmatechnologie und Kolloidtechnologie scheint auch im Anwendungsbereich sehr zukunftsträchtig zu sein.

■ Die Integrative Systemphysiologie des Menschen ist eine Kernkompetenz des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin, sie wird auch ein Forschungsschwerpunkt auf der Raumstation sein. Die für einen Einsatz auf der Raumstation im Auftrag des DLR entwickelten Anlagen, Lower Body Negative Pressure Device LBNP, und das Eye Tracking Device ETD, auf die im

## Integrative Systemphysiologie

letzten DLR-Jahresbericht näher eingegangen wurde, werden jetzt ausführlich getestet und bereits für wissenschaftliche

Zwecke eingesetzt. Da die Nutzungsmöglichkeiten in der frühen Nutzungsphase der Raumstation stark eingeschränkt sein werden, ist ein Einsatz der beiden Geräte auf der wissenschaftlichen SPACEHAB-Mission R2 Ende 2001/Anfang 2002 geplant.

Die Spezifikationsphase des deutsch-französischen Gemeinschaftsprojekts CARDIOLAB wurde erfolgreich mit einer vorläufigen Designüberprüfung abgeschlossen, so dass die Voraussetzungen für Entwicklung und Bau des CARDIOLABS für die Raumstation vorliegen. Mit diesen Anlagen leistet das DLR einen wichtigen Beitrag für die humanphysiologische Forschung auf der Raumstation.

Für ein verbessertes Verständnis der verschiedenen Systeme des menschlichen Körpers im Weltraum und ihres integrativen Zusammenwirkens ist die Analyse der Körperflüssigkeiten Blut und Urin von großer Bedeutung. Ein bisheriger Nachteil bei Experimenten im Weltraum war, dass die Proben gekühlt bzw. eingefroren zur Erde zurückgebracht werden mussten, um erst dann analysiert zu werden. Im Auftrag des DLR wurden daher von der Firma EUROSPACE (Flöha) Studien durchgeführt, inwieweit durch den Einsatz mikrosystemtechnischer Methoden ein miniaturisiertes Analysesystem auf der Raumstation direkt eingesetzt werden kann. Diese Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem russischen Institut für Biomedizinische Probleme IBMP (Moskau), durchgeführt und haben erfolversprechende Ergebnisse gebracht. In diesem Zusammenhang soll u. a. ein in Deutschland entwickeltes Mikrospektrometer zum Einsatz kommen. Der russische Partner ist an der Entwicklung einer entsprechenden Anlage zum Einsatz auf der Raumstation äußerst interessiert. Falls diese Entwicklung erfolgreich verläuft, wird hiermit ein neues kooperatives Forschungsfeld mit dem Institut in Moskau eröffnet.

■ Der jüngste Aufbauflug zum Bau der Internationalen Raumstation am 12. Juli 2000, mit dem „Schlüsselement“ Swesda (zu deutsch „Stern“) an Bord einer Proton-Rakete, setzte einen weiteren Meilenstein in Richtung internationale Forschungsstätte im Welt- raum. Dieses Element wird u. a. die unverzicht- bare Funktion der Bahnkontrolle des Orbital- komplexes übernehmen. Durch seine Lebens- erhaltungssysteme ermöglicht es einen perma- nenten Crew-Aufenthalt auf der Station, was auch für den weiteren Aufbau unerlässlich ist.

# ISS

## Die Internationale Raumstation

Nach der Fertigstellung der Station im Jahre 2005 wird ein Gesamtlabor- und Ar- beitsvolumen von circa ca. 1.150 Kubikmetern im Weltraum zur Verfügung stehen. Das Raumstationsprojekt, in dem die ESA mit den USA, Russland, Japan und Kanada kooperiert, ist für alle beteiligten Nationen eine große Herausforderung, gleichzeitig aber auch ein Gewinn für die Forschung.

Die deutsche Beteiligung innerhalb dieses ESA Programms beträgt ca. 40 Prozent und damit ca. drei Prozent an der gesamten Raumstation. Das jüngste Stations- element, das Modul Swesda, ist mit dem in Deutsch- land entwickelten Daten Management System (DMS- R), mit der Besonderheit eines fehlertoleranten Zen- tralcomputers, ausgerüstet. Das System kontrolliert nicht nur das Modul selbst, sondern führt neben der Navigationskontrolle das Missions-, Daten- und Feh- lermanagement aus. Als weitere europäische Eleme- te mit deutscher Beteiligung sind das europäische Modul COLUMBUS, das Automated Transfer Vehicle (ATV) und der European Robotic Arm (ERA) zu nen- nen. Beteiligen wird sich Deutschland ebenfalls mit ei- gener Hardware am Bau von vier Crew Return Ve- hicles (CRV) der NASA. In einem nationalen DLR-Pro- jekt TETRA werden Komponenten für das amerikani- sche X38 gefertigt, einen Erprobungsträger des CRV. Darüber hinaus wird hochkomplexe, raumfahrttaugli- che Labor-Hardware im Rahmen eines COLUMBUS- Tauschabkommens (Ausrüstung gegen Shuttle-Start- dienste) bzw. im Columbus Laboratory Support Equip- ment Programm innerhalb Deutschlands gefertigt, teils unter deutscher Regie.

Im Rahmen des Betriebsprogramms der Raumstation werden innerhalb eines industrialisierten Betriebskon- zepts unter deutscher Führung die Nutzlastintegra- tion, Missionsdurchführung und Kontrolle für das COLUMBUS-Modul ausgeführt; letzteres im DLR- Raumfahrt-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen. In einem Kooperationsvertrag von DLR und ESA wurde die Schaffung eines gemeinsamen Teams zur Durch- führung der Crew-Trainingsaufgaben im European Astronaut Center (EAC) auf dem Gelände des DLR in Köln unterzeichnet. Das EAC ist auch der Sitz des europäischen Astronauten-Corps, dem vier deutsche Astronauten angehören. Das EAC ist damit ein erstes Beispiel für künftige Kooperationen von Kompeten- zentren.

Als nächstes maßgebliches europäisches Element wird voraussichtlich Mitte 2002 der European Robo- tic Arm (ERA) an Bord eines US-Shuttles zur Station starten. Das COLUMBUS-Labormodul soll ebenfalls mit einem US-Orbiter nach derzeitiger Planung im Oktober 2004 starten.

## Förderung industrieller Nutzung auf der ISS

■ Die 1998 begonnene DLR-Initiative zur „Promotion industrieller Nutzer der ISS“ hat das Programm der Nutzergewinnung fortgesetzt und Fachveranstaltungen u. a. mit der IHK durchgeführt. Zur Ganztagesveranstaltung „Biotechnologie“ kamen über 70 Unternehmen nach Köln. Inzwischen wurde vom DLR, der IHK, der BioGenTech (NRW-Biotechnologie-Initiative), Banken und ausgewählten Unternehmen der „Arbeitskreis Biospace“ gegründet, um ein Pilotprojekt zur Raumstationsnutzung zu identifizieren und durchzuführen.

Neben regelmäßigen Industriemeetings wurden auch mit dem BDI die Abstimmungsgespräche fortgesetzt. Im Herbst wurde die Nutzung der ISS in den Kanon der vom BDI evaluierten Zukunftstechnologien für die deutsche Wirtschaft aufgenommen.

Um eine verlässliche Datenbasis und ein methodisch abgesichertes Meinungsbild der deutschen Wirtschaft zum Thema „industrielle Nutzung der ISS“ zu erlangen, wurden zahlreiche Gespräche geführt und zu einem Studienbericht kondensiert. Kernaussage dieses Berichts ist ein mittelfristig prognostiziertes Forschungspotenzial, das eine nachhaltige Industrieforschung erwarten lässt.

Die Aktivitäten der DLR-Initiative werden durch ein Internet-Programm und durch mehrfach jährlich erscheinende „Newsletter Raumstation“ flankiert. Mit der ESA und der deutschen Industrie, aber auch mit den vier globalen Raumstationspartnern erfolgen laufend Abstimmungen zur Nutzung und Nutzungsvorbereitung, um eine effiziente ISS-Nutzung einzuleiten.

Auf Agenturseite werden diese Aktivitäten unterstützt durch die Erarbeitung von harmonisierten Zugangsbedingungen im globalen Rahmen und die Festlegung von Auswahlkriterien und Kostenregelungen im europäischen Rahmen.

Die Gewinnung neuer Investoren für die Nutzung der ISS aus der Nicht-Raumfahrtindustrie ist für das DLR und auch für die deutsche Raumfahrtindustrie ein an Bedeutung zunehmendes Geschäftsfeld. Die DLR-Initiative zur Promotion industrieller Nutzung hat bei Agenturen und bei der deutschen Industrie den Ruf eines Vorreiters und „trail blazers“ in Europa erworben.



■ Mit dem Ziel der „Europäisierung“ aller astronautischen Aktivitäten beschlossen die Raumfahrtagenturen Frankreichs, Italiens, Deutschlands und die ESA bereits 1998

## **Astronauten- training**

ESA und DLR bauen  
gemeinsam „EAC-Team“  
in Köln-Porz auf

die Zusammenführung aller europäischen Astronauten in einem gemeinsamen, von der ESA in Köln-Porz geführten Europäischen Astronauten-Corps. Der Aufbau dieses gemeinsamen Teams, bestehend aus insgesamt 16 Astronauten, wird, wie geplant in diesem Jahr abgeschlossen.

Am 16. März diesen Jahres wurde ein weiteres Abkommen zur Zusammenführung bestehender ESA- und DLR-Teams für Astronautentraining, Operationelle Medizin und Astronautenbetreuung vereinbart. Sitz des EAC-Teams ist das ehemalige DLR-Astronauten-Trainingszentrum (CTC) in Köln-Porz.

Damit ist es im Vorfeld einer Entscheidung über den Aufbau eines Europäischen Netzwerks fachtechnischer Zentren gelungen, die gesamte in Europa vorhandene astronautische Expertise zusammenzuführen und Köln-Porz als das westeuropäische Kompetenzzentrum für Astronautenausbildung zu etablieren.

Im Jahr 2003 sollen die Vorbereitungsmaßnahmen für die Durchführung des Raumstationstrainings zum Abschluss gebracht werden. Nach dem erfolgreichen Abschluss des sogenannten „Training Readiness Review“ werden die Astronauten aller Raumstationspartnerländer einschließlich der USA und Russlands in Köln-Porz auf die Handhabung und den Einsatz aller europäischen Elemente der Raumstation vorbereitet.

■ Aus dem Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrum (German Space Operations Center GSOC) werden

## **Das Deutsche Raumfahrt- Kontroll- zentrum**

bemannte und unbemannte Weltraummissionen anhand von Telemetriedaten überwacht und durch Telekommandos

gesteuert. Dazu werden Antennenanlagen, eingebunden in ein internationales Netzwerk von Bodenstationen, zur Bestimmung der Position des Satelliten und der bidirektionalen Kommunikation zwischen Bodensegment und Raumfahrzeug ebenso eingesetzt wie die erforderlichen Kommunikationsverbindungen innerhalb des global verteilten Bodensystems.

Der Raumflugbetrieb übernimmt im Auftrag der ESA innerhalb einer Kooperation von Industrie und öffentlichen Einrichtungen die Verantwortung für den Betrieb des europäischen Moduls COLUMBUS der Internationalen Raumstation.

Daneben werden gegenwärtig die unbemannten Missionen CHAMP, GRACE und BIRD vorbereitet bzw. durchgeführt. Für kommerzielle Nachrichtensatelliten, z. B. EUTELSAT, übernimmt das DLR-Raumfahrt-Kontrollzentrum die Verantwortung während der ersten Wochen der Mission, in denen der Satellit auf die vorgesehene Position im geostationären Orbit gesteuert wird.

Zur Zukunftssicherung bereitet das Raumfahrt-Kontrollzentrum im Verbund mit anderen europäischen Kontrollzentren den Betrieb potenzieller zukünftiger Missionen vor (z. B. europäisches Navigationssystem GALILEO, Erdbeobachtungssatelliten TerraSAR, SAR-Lupe, Astronomiesatelliten).

Da für den Betrieb von Weltraumsystemen höchste Zuverlässigkeit und größtmögliche Kosteneffizienz gefordert werden, wurde ein F&E Programm zur Entwicklung neuer Betriebstechniken und Werkzeuge – in europaweiter Zusammenarbeit – begonnen.

■ Die Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) konnte im Zeitraum vom 11. bis 22. Februar 2000 erfolgreich durchgeführt werden. In Zusammenarbeit mit der NASA

## SRTM

### Die neue Weltkarte

und der italienischen ASI konnten dabei während der elftägigen Shuttle-Mission interferometrische Radardaten für ein digitales Höhenmodell nahezu aller Landmassen der Erde aufgenommen werden. Die Programmleitung für den deutschen Beitrag zu dieser Mission lag beim DLR, das auch verantwortlich war für die Integration und den Betrieb des Instrumentes sowie für die Entwicklung des Betriebssystems und eines interferometrischen SAR-Datenprozessors. Auch die Kalibrierung/ Validierung, Archivierung und Verteilung der prozessierten topographischen X-Band Daten wird vom DLR übernommen. 99,96 Prozent der geplanten Abdeckung konnten im Verlauf der Mission erfolgreich aufgenommen werden.

Die Prozessierung der gespeicherten Radardaten zu Höhenmodellen wird etwa zwei Jahre in Anspruch nehmen. Schon jetzt wird beim Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) in Oberpfaffenhofen eine rege Nachfrage nach den SRTM-Höhendaten verzeichnet. Die Medien und die Öffentlichkeit nahmen an dieser Mission, bei der auch der deutsche ESA-Astronaut Dr. Gerhard Thiele an Bord des Shuttle zum Einsatz kam, regen Anteil. Die Internet-Seiten des DLR, auf denen unter anderem schon während des Fluges erste Bilddaten veröffentlicht wurden, verzeichneten enorme Besucherzahlen.

Die Prozessierung der gespeicherten Radardaten zu Höhenmodellen wird etwa zwei Jahre in Anspruch nehmen. Schon jetzt wird beim Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) in Oberpfaffenhofen eine rege Nachfrage nach den SRTM-Höhendaten verzeichnet. Die Medien und die Öffentlichkeit nahmen an dieser Mission, bei der auch der deutsche ESA-Astronaut Dr. Gerhard Thiele an Bord des Shuttle zum Einsatz kam, regen Anteil. Die Internet-Seiten des DLR, auf denen unter anderem schon während des Fluges erste Bilddaten veröffentlicht wurden, verzeichneten enorme Besucherzahlen.

■ Für die ESA-Mission ENVISAT hat die letzte Phase der Vorbereitung begonnen: Die Integration der Nutzlastinstrumente – insgesamt sind elf verschiedene Erderkundungssensoren zum Mitflug vorgesehen – wurde

# ENVISAT

Mitte 2000 weitgehend abgeschlossen. Die Übergabe des in Deutschland und den Niederlanden gebauten Atmosphärensondierers SCIAMACHY an die ESA erfolgte bereits im Februar 2000. Zuvor wurde

ein umfangreiches Programm zur Kalibrierung der Optik erfolgreich durchgeführt. Mit dem geplanten Austausch eines Scanners Anfang 2001 werden die Arbeiten an der Hardware des Instrumentes abgeschlossen sein. Mitte 2001 wird eine ARIANE-5-Rakete den Satelliten in eine polare Umlaufbahn bringen. Nach der Commissioning Phase von sechs Monaten ab Start wird dann das bisher umfassendste Spektrum an weltweiten Beobachtungsdaten zur umweltrelevanten Erkundung unseres Planeten den Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Zur Überprüfung und Absicherung der Datenqualität sind eine Reihe von Messkampagnen geplant, die auch im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms gefördert werden. DLR-Institute sind hieran wesentlich beteiligt und werden u. a. mit eigenen Flugzeugeinsätzen zur Validierung von Atmosphären-daten sowie zur Validierung von SAR-Daten beitragen. Insgesamt wurden im ersten Aufruf der ESA zur Nutzung von ENVISAT-Daten 101 Vorschläge aus Deutschland eingereicht. Prinzipielle nationale Fördermöglichkeiten in diesem Zusammenhang wurden zwischen BMBF, DFG und DLR abgestimmt. Mit der Einrichtung des Deutschen Processing and Archiving Centers, das hochwertige Datenprodukte mit den Messdaten der Mission insbesondere für die Umwelterkundung erstellen wird, leistet das Deutsche Fernerkundungs-Datenzentrum (DFD) des DLR in Oberpfaffenhofen einen umfassenden und zentralen Beitrag im Rahmen des ENVISAT-Bodensegmentes.

■ Die Arbeiten an der deutschen Kleinsatellitenmission CHAMP (CHALLENGING Minisatellite Payload for Geophysical Research and Application) wurden erfolgreich abgeschlossen.

CHAMP startete am 15.07.2000 erfolgreich mit einer Cosmos-Rakete vom russischen Weltraumbahnhof Plesetsk in den Orbit.

Die Mission hat das Ziel, Beiträge zum Verständnis von Zusammensetzung, Struktur und Dynamik der

## Projekt CHAMP

festen Erde, ihrer Ozeane und ihrer Atmosphäre sowie der sie umgebenden Hülle aus geladenen Teilchen und Feldern

zu leisten. Amerikanische und französische Partner beteiligen sich durch Beistellung von Instrumenten an dem Projekt. Das „NBL-Leitprojekt“, welches vom GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) verantwortlich geleitet wird, gibt der Forschung und den Firmen der Neuen Bundesländer Gelegenheit, Erfahrungen und Kenntnisse in der Durchführung von anspruchsvollen Raumfahrtprojekten zu sammeln.

Der Wissenschaft soll CHAMP Messergebnisse auf den Gebieten der globalen Erdschwerefeldmodellierung, der Erdmagnetfeldbestimmung sowie der

Atmosphären-/Ionosphärensondierung zur Verfügung stellen. Diese Messergebnisse finden Anwendung in der Geophysik, Geodäsie, Ozeanographie, solarerterrestrischer Physik und in der Klimaforschung und Wettervorhersage.

■ GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) ist ein Vorhaben aus dem „Mission To Planet Earth“ (MTPE)-Programm der NASA und eine Nachfolgemission von CHAMP. Ziel der Mission ist die Erstellung eines neuen Modells des Erdgravitationsfeldes mit bisher nicht erreichter Genauigkeit alle zwölf bis 25 Tage im Zeitraum von fünf Jahren.

## Projekt GRACE

Die zwei GRACE-Satelliten, die in 500 Kilometer Höhe in einem Abstand von 200 Kilometer hintereinander fliegen, werden in amerikanisch-deutscher

Zusammenarbeit bei Astrium in Friedrichshafen gebaut und von der NASA finanziert. Deutschland wird die Startrakete, eine russische ROCKOT, beistellen. Der Start von GRACE ist für Oktober 2001 geplant.

■ Im Projekt BIRD entwickelt das DLR eine eigene Kleinsatellitenmission zur Erprobung einer neuen Generation von Infrarotsensoren und neuer Methoden

## BIRD

der wissenschaftlichen Datenauswertung zur Fernerkundung der Erde mit Hilfe von Kleinsatelliten. Dabei stehen die Untersuchung von hot spots (Vegetationsfeuer, Vulkanausbrüche) vom Weltraum aus im Mittelpunkt des gemeinsamen Interesses von DLR und dem Global Fire Monitoring Center. Das Projekt wird durch die Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) und die Jena-Optronik GmbH (DJO) unterstützt.

Der Grundansatz des Projektes besteht in der Idee des Baus kleiner kostengünstiger Satelliten unter Einbeziehung eines höheren Risikos. Das Risiko wird im Rahmen einer zugeschnittenen QS-Philosophie verringert unter anderem durch:

- ▶ Redundanzen in der Hardware,
- ▶ eine intensivere Modell- und Testphilosophie,
- ▶ eine protokollierte Fertigung einschließlich Audit- und Störmeldesystem.

1998/1999 wurde das Struktur-Thermal-Modell (STM) des BIRD-Satelliten fertiggestellt und einem umfangreichen Weltraum-Qualifikationsprogramm unterzogen.

Der Start in eine sonnensynchrone 572 Kilometer hohe Kreisbahn ist für Mai 2001 mit der indischen PSLV-C3 vorgesehen.

Im Mai/Juni 2000 wurde das Projekt in allen Aspekten einer Überprüfung unterzogen. Es gab insgesamt 21 Empfehlungen für technische und organisatorische Verbesserungen.

Im Oktober 2000 wird in Indien mit dem STM ein Vibrationstest in der Startkonfiguration durchgeführt. Zur gleichen Zeit wird sich das Protoflight-Modell in der Phase der Systemintegration befinden.

■ Der „Interministerielle Ausschuss für Geoinformationswesen“ (IMAGI) hat sich die Integration satellitengestützter Erdbeobachtungsdaten in die Informationswelt zum Ziel gesetzt. Das DLR unterstützt das BMBF darin, dieses Ziel zu erreichen.

## **IMAGI** Neuordnung der Geodaten der Bundesregierung

Bereits bei seiner Initialisierung im Jahre 1997 hat das DLR wesentliche Beiträge geleistet. Zusammen mit dem BMBF leitete das DLR eine Arbeitsgruppe für Daten-Katalogisierung (Meta-Informationssysteme), es unterstützte die Bestandsaufnahme

sämtlicher Geodaten der Bundesregierung, und gestaltete das Konzept für eine Nutzerschnittstelle zur Verfügbarmachung dieser Daten (1999/2000).

Im Rahmen von IMAGI sollen Verfahren zur Erfassung und Pflege von Geodaten auf Computer umgestellt, Begehungen künftig reduziert und Automation eingeführt werden. Fernerkundungsdaten von Flugzeugen oder Satelliten spielen in der Geoinformation eine wachsende Rolle, weil immer stärker grenzüberschreitend und zeitnah gearbeitet wird. Ihre elektronische Verschneidung mit Karten, durch die ihr Marktwert erhöht würde, bereitet aber noch Schwierigkeiten – ein Grund für die weitere Unterstützung des IMAGI durch das DLR.

1999 fand eine Bestandsaufnahme statt, die das DLR-Datenportal ISIS und andere, im Forschungsbereich entstandene und in der HGF-Arbeitsgruppe für Umweltdatenmanagement koordinierte Systeme als geeignete Modelle für eine Infrastruktur zur Verwaltung und Verteilung von Geodaten bestätigte. Dabei befand sich das DFD des DLR unter den zehn meistgenannten Datenlieferanten der Bundesbehörden. Anfang 2000 wurde beschlossen, die Ergebnisse der Arbeitsgruppen im Intranet der Bundesregierung zu veröffentlichen, um Mehrfacherhebungen in Zukunft zu vermeiden und Mehrfachnutzung zu fördern, ein dezentrales Brokersystem für den Datenzugang über ein einheitliches Portal aufzubauen und F&E-Bedarf auszuweisen.

■ Die nächste Generation von Erderkundungssensoren, Instrumenten und Satelliten wird zunehmend von den Anforderungen der Datennutzer getrieben. Wissenschaftliche und technologische Zielsetzungen treten in den Hintergrund. Daten neuer Qualität werden die Grundlage von künftigen innovativen Informationsprodukten sein, die sich an Bedürfnissen des Marktes orientieren.

Um für zukünftige Aufgaben gerüstet zu sein, hat die Astrium GmbH das unternehmerische Konzept Info-

## **ProSmart** Marktentwicklung für Fernerkundungsdaten

Terra vorgeschlagen. Wichtiger Bestandteil des Konzeptes sind Demonstrations-

vorhaben, bei denen gemeinsam mit Innovationspartnern (Universitäten, Forschungseinrichtungen, DLR-Instituten) unter Einbeziehung von Referenzkunden die zukünftigen Möglichkeiten von Geo-Informationsprodukten aufgezeigt und kundenseitig bewertet werden.

Technologien für diese neuen Informationsprodukte wurden anhand ausgewählter Beispiele im Rahmen des Vorhabens ProSmart (Produktdemonstrationen im Rahmen des Smart-Prozesses) erarbeitet. „Smart“ steht für „Systematic market development approach for remote sensing techniques“. Hierbei wurden Fernerkundungsdaten durch Befliegungen mit Flugzeug-Sensoren, die die Leistungsfähigkeit der Satelliten-Sensoren von morgen vorwegnehmen, bereitgestellt.

Das vom DLR geförderte Vorhaben ProSmart wird als ein deutsches Vorbereitungsprogramm für die industrielle Nutzung der weltraumgestützten Fernerkundungsdaten der nächsten Generation, also hochauflösende multifrequente X- und L-Band SAR sowie schmalbandige hyper- und multispektrale optische Sensoren, betrachtet. In ProSmart wurden Demonstrationsbeispiele aus Technologieentwicklungen (DEBATES), an deren Definition Referenzkunden beteiligt waren, aus vier verschiedenen Anwendungsbereichen (Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Planung) unter Verwendung von optischen und Radar-Sensoren entwickelt.

Im Bereich Landwirtschaft wurde eine Methode zur Bestimmung des Ertragspotenzials von Halmfrüchten (ERHALM) und Zuckerrüben (STEAP), zur Stickstoffzustandserfassung bei Getreide (STICK) sowie zur teil-schlagspezifischen Biomasseverteilung (VITALITÄT) hergestellt. Die forstwirtschaftlichen Projekte widmeten sich der Waldtypenkartierung (WALDINV), der großräumigen Waldinventur (ZUFORST), der Waldökologie, der forstlichen Produktion (HEZEW) und der Wiederaufforstung (BIOMASS). Im Umweltbereich wurden Methoden zum Biotop-Monitoring demonstriert (BIOTOPE), Quantifizierungen von Wasserinhaltsstoffen erarbeitet (WATER im Küstenbereich/WAMS in Binnenseen) und bodengeologische Karten (BODSUB) abgeleitet. Im Planungsbereich schließlich wurden Kartengrundlagen und 3-D-Visualisierungen von Linienbauwerken (PLANLINE) hergestellt sowie Veränderungen in geotopographischen Basisdaten DLM25/1 identifiziert (GEOCHANGE).

Details zu den Ergebnissen und Partnern finden Sie unter: <http://www.observe.de/prosmart/index.html>

■ Galileo ist eine Initiative der Europäischen Union in Zusammenarbeit mit der ESA, mit der ein europä-

## GALILEO

ischer Beitrag zum künftigen satellitengestützten erdumspannenden

Ortungs- und Navigationssystem geleistet werden soll. Dieser Beitrag soll allen Anwendern weltweit einen hochpräzisen Ortungs- und Navigationsdienst (auf fünf bis zehn Meter genau) bieten, der den Bedürfnissen der Nutzer und öffentlicher Stellen entspricht. GALILEO wird der Verkehrsinfrastruktur und anderen Bereichen Vorteile durch neue Anwendungen/Dienstleistungen bringen. Die Finanzierung von GALILEO soll in Partnerschaft zwischen der öffentlichen Hand und privaten Investoren vollzogen werden. Ende 2000 will die Europäische Kommission dem EU-Verkehrsrat einen Bericht über die bisher erreichten Ergebnisse vorlegen. Dann soll eine Entscheidung über die Entwicklungs- und Aufbau-phase von GALILEO getroffen werden.

Sehr erfolgreich für Europa liefen die Verhandlungen während der Weltfunkkonferenz 2000 in Istanbul. Alle von Europa für GALILEO beantragten Frequenzen im L- und C-Band wurden für Radionavigationsdienste zugelassen.

■ Vom 8. Mai bis zum 2. Juni 2000 fand in Istanbul die Weltfunkkonferenz (WRC 2000) der ITU (International Telecommunication Union) statt. Daran nahmen ca.

## **WRC 2000** Weltfunkkonferenz zur Nutzung des Frequenzspektrums

2.000 Delegierte aus ca. 150 Ländern teil. Auf der Konferenz wurden wesentliche Entscheidungen zur Nutzung des Frequenzspektrums auf weltweiter Basis getroffen. Die weltweite Liberalisierung und zunehmende kommerzielle Nutzung des Spektrums führte zu einem steigenden Frequenzbedarf für neue Anwendungen und für die

Erweiterung bestehender Dienste. Für diese Anwendungen mussten entsprechende Spektren identifiziert und zwischen den Mitgliedsländern abgestimmt werden, wobei die Schutzansprüche bereits existierender Nutzungen zu berücksichtigen waren.

Schwerpunkte der Konferenz waren:

- ▶ Zuweisung zusätzlicher Frequenzbänder für die Satellitennavigation;
- ▶ Identifikation zusätzlicher Frequenzbänder für die dritte Generation der Mobilkommunikation (IMT 2000);
- ▶ Neuplanung der Satelliten-Rundfunkdienste in den verschiedenen Regionen;
- ▶ Erarbeitung von Bedingungen um die Koexistenz von Funkdiensten über geostationäre und nicht geostationäre Satelliten zu ermöglichen;
- ▶ Identifikation der Frequenzbänder für Anwendungen im Rahmen von festen Funkdiensten mit einer hohen Anzahl von Funkstellen (HDFS) und Erarbeitung von Systemcharakteristiken;
- ▶ Erhöhung des Schutzes und neue Zuweisungen für Funkdienste (passiv und aktiv) der Erderkundung, Radioastronomie und Wissenschaft.

werden, und bei der Neuplanung der Satelliten-Rundfunkdienste wurden die Interessen Europas, insbesondere Deutschlands, berücksichtigt.

Die Europäer konnten ihre gemeinsamen Vorschläge zu den einzelnen Tagesordnungspunkten erfolgreich einbringen. Sie setzten zusätzliche Frequenzbänder für die Satellitennavigation durch, um eine von GPS und GLONASS unabhängige Auslegung des GALILEO-Systems zu ermöglichen. Die Weiterentwicklung und Erweiterung der weltweiten Mobilkommunikation auf der Basis des IMT 2000 Standards konnte gesichert

Für die Koexistenz von Funkdiensten über geostationäre und nichtgeostationäre Satelliten wurde ein Kompromiss gefunden, der einen entsprechenden Betrieb ermöglicht. Schwierig verliefen die Verhandlungen über die Auflagen der Zuweisungen für den festen Funkdienst mit hoher Funkstellendichte. Auch für diesen Tagesordnungspunkt konnte ein Kompromiss gefunden werden.

Die Interessen der Erderkundung, Radioastronomie und Wissenschaft fanden breite Unterstützung bei den Industrieländern. Es wurde für mehrere Frequenzbänder eine Erhöhung des Schutzes durchgesetzt, und die Neuordnung der passiven Dienste in den Bändern über 71 GHz konnte verabschiedet werden.

■ Wesentliches Ziel von COMED ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie im Multimedia-Weltmarkt und damit die Schaffung und Sicherung zahlreicher neuer Arbeitsplätze.

## COMED Kompetenz im Multimedia-Bereich

Das Programm ist in eine Entwicklungs- und Demonstrationsphase unterteilt. In der Entwicklungsphase werden kritische Nutzlast- und Buskomponenten für Satellitenkonstellationsprojekte entwickelt und qualifiziert. Wesent-

liches Augenmerk wird auf Miniaturisierung, Kosteneinsparung und Serienproduktion von Satellitenkomponenten gerichtet. In dieser Phase wird auch geprüft, wie eine Flugdemonstration realisiert werden kann.

Mitte 1999 wurde die Entwicklungsphase begonnen. Die industrielle Koordination für die Nutzlastentwicklungen liegt bei Bosch-Telecom, für die Busentwicklungen bei Astrium in Deutschland. Als nationales Projekt wurden die interessierten deutschen Firmen – einschließlich KMUs und Forschungseinrichtungen – eingebunden.

Die Markteinführung der sich schnell entwickelnden Kommunikationstechnologien ist zeitkritisch und hauptsächlich an amerikanische Projekte gekoppelt. Das „Private-Public-Partnership-Modell“ ist die Grundlage für die von 1999 bis 2002 geförderten Vorhaben.

■ Das HTSL-Projekt dient der Erprobung der Hochtemperatursupraleiter-Technologie für den Einsatz in

## HTSL Satelliten- kommunikation der Zukunft

zukünftigen Kommunikationssatelliten. Diese neue Technologie ermöglicht die Masse- und Volumenreduktion der elektronischen Nutzlastkomponenten des Satelliten

bei gleichzeitiger Verbesserung der Leistungsmerkmale durch den Einsatz spezieller Legierungen. Bei einer Temperatur von ca. – 200 Grad Celsius verlieren diese Legierungen ihren elektrischen Widerstand und werden damit zum Supraleiter. Die Arbeitstemperatur wird durch spezielle elektrische Kryokühler erzeugt.

Es ist vorgesehen, den HTSL-Demonstrator im Rahmen des ESA-Programms „Frühe Nutzung der Raumstation“ über einen Zeitraum von drei Jahren auf der Internationalen Raumstation ISS zu testen.

Zuvor wird ein Mitflug des Demonstrators auf dem von Russland bereitgestellten Servicemodul der ISS angestrebt. Der Start des Demonstrators könnte dann Ende 2002/Anfang 2003 erfolgen.



■ Nach Abschluss der Entwicklungsarbeiten an der Basisversion des neuen europäischen Schwerlastträgers wurde im Oktober 1999 der erste Auftragsstart der ARIANE-5

## **ARIANE 5** Erfolgreicher Start in die kommerzielle Phase

(Auftraggeber ESA) mit der wissenschaftlichen Nutzlast XMM problemlos durchgeführt. Es handelte sich um den ersten Start, der in eine Bahn mit mittlerer Inklination führte. Die Zielbahn wurde mit höchster Präzision erreicht. Im März 2000

erfolgte dann auch der erste erfolgreiche Doppelstart in den geostationären Übergangorbit (GTO) mit zwei kommerziellen Telekommunikationssatelliten.

Während die Serienfertigung des Trägers begonnen hat, sind schon die nächsten Schritte zu seiner Leistungssteigerung eingeleitet worden, um angesichts der weltweiten Konkurrenz langfristig die Wettbewerbsfähigkeit des Systems zu sichern. So wird derzeit im DLR-Teststand in Lampoldshausen die neue Version VULCAIN-II des Haupttriebwerks getestet und bei den Firmen Astrium und MAN Technologie eine neue Oberstufe mit den kryogenen Treibstoffen Wasserstoff/Sauerstoff entwickelt. Wenn im Jahr 2002 beide Entwicklungen einsatzreif sein werden, wird die Nutzlast der ARIANE-5 (in den GTO) auf über 9.000 Kilogramm im Doppelstart ansteigen. Der nächste Schritt, dessen Entscheidung in 2001 vorgesehen wird, würde 2005/6 eine Leistung von rund 12.000 Kilogramm ermöglichen, wie sie der Satellitenmarkt dann nachfragen wird.

■ Zukünftige Raumtransportsysteme müssen den Transport von Nutzlasten zu wesentlich geringeren Kosten als heute ermöglichen. Dies kann durch die Entwicklung neuer, leistungsfähigerer Technologien erreicht werden, die eine Wiederverwendbarkeit dieser Systeme oder ihrer Komponenten ermöglichen. Unter der Leitung des DLR wird im Rahmen des Projektes TETRA (Technologien für zukünftige Raum-

## **TETRA/X-38** Raumtransport-Technologie für die Zukunft

transport-systeme) die Basis für diese Schlüsseltechnologien mit

Beteiligung deutscher Industriefirmen, Universitäten und Institute des DLR geschaffen.

Die NASA entwickelt für die Rückkehr von bis zu sieben Astronauten von der Internationalen Raumsta-

tion das wiederverwendbare Crew Return Vehicle CRV. Für Tests werden vier Prototypen mit der Bezeichnung X-38 gebaut, von denen die Version V201 im Jahre 2002 einen Wiedereintrittsflug aus dem Orbit fliegen wird. Für diesen Technologiedemonstrator werden im Rahmen von TETRA essentielle heiße Strukturen neuer Technologie entwickelt, die dann auch für insgesamt vier zu fertigende CRV im Rahmen eines ESA-Programmes geliefert werden sollen. Dazu zählt auch die Nasenkappe aus keramischem Siliziumcarbid, die beim DLR in Stuttgart gefertigt wird.

Für die Berechnung der aerodynamischen Form des Flugkörpers wurden Euler- und Navier-Stokes-Rechenverfahren des DLR in Göttingen eingesetzt und in einer aerothermodynamischen Datenbasis festgeschrieben. In den DLR-Standorten Göttingen und Köln-Porz wurden diese Rechnungen mit Windkanaltests kompletter Modelle der X-38 validiert, aber es wurden auch Tests von Komponenten des X-38 im Hochenthalpiewindkanal durchgeführt. Beim Wiedereintrittsflug im Jahr 2002 werden diese aerothermodynamischen Daten mit Messungen verglichen.

Das Projekt TETRA wird mit dem ESA-Programm ARTP (Applied Reentry Technology Programme) koordiniert. Auch hier werden unter wesentlicher deutscher Beteiligung neue Technologien entwickelt und auf der X-38 getestet werden. Zwischen DLR und

NASA wurde in einem Abkommen die Lieferung von Hard- und Software für X-38 vereinbart und im Gegenzug die Möglichkeit eröffnet, diese kostenlos beim Wiedereintrittsflug zu testen und weitere Experimente durchzuführen.

1999 gingen das Design und die Entwicklung der Qualifikations- und der Flugeinheiten in die Fertigung über, so dass im zweiten Quartal 2000 die notwendigen Tests durchgeführt werden konnten. Aufgrund der ausgezeichneten Zusammenarbeit mit der NASA konnte der Prototyp V132 der X-38 auf der Internationalen Luftfahrtausstellung in Berlin ausgestellt werden.

■ Im nationalen Technologieprogramm Kryogene Raketenantriebe **TEKAN** wird im Rahmen eines Verbundvorhabens gemeinsam zwischen Astrium, DLR und Hochschulinstituten die Technologieentwicklung für Hochleistungstriebwerke vorangetrieben, die sowohl auf ARIANE-5-Weiterentwicklungen als auch für die Nachfolgegeneration zukünftiger gegenfalls wiederverwendbarer Träger zum Einsatz kommen können.

Hier werden eine ganze Reihe von Schlüsseltechnologien entwickelt, die die Kernkomponenten Einspritzkopf, Brennkammer und Düsenhals betreffen.

Die Untersuchungen umfassen Grundlagen der Brennkammertechnologie, insbesondere Fragen der Kühlung und des Wärmeübergangs zwischen Heißgas und Kammerwand, der Bauweisen für einen Oberstufenantrieb mit Expanderkreislauf und der optimierten Düsengeometrie.

Bei der Fertigung einer Reihe von Modellbrennkammern werden neue Fertigungstechnologien entwickelt. Im Vordergrund stehen hier neue Werkstoffe und Schweiß-, Löt- und Beschichtungsverfahren.

Die theoretischen Modelle für die Einspritz- und Verbrennungsvorgänge und die numerischen Simulationen werden durch Brennversuche an Testständen in Lampoldshausen validiert. Ein weiterer Schwerpunkt sind hierbei Analysen zum Start- und Abschaltverhalten eines Triebwerks sowie Verfahren zur quantitativen Diagnostik der Vorgänge in der Brennkammer.

■ Das First Chance-Programm ermöglicht Technologie-Ideen aus der Raumfahrt den ersten Schritt auf dem Weg zu markt-

## First Chance Impulse für den Transfer

fähigen Produkten. Als Teil des Technologietransferprogramms identifiziert es Technologien mit breiten Anwendungspotenzialen

und unterstützt ihren Transfer in andere Branchen.

Zur Umsetzung in ein marktfähiges Produkt fehlt vielen Ideen der Nachweis der technischen Realisierbarkeit als entscheidender Impuls. Dafür werden gezielte Anschubförderungen zur Entwicklung von Demonstratoren, Funktionsmustern oder Prototypen gewährt. Ist der technische Funktionsnachweis einer Idee gelungen, wird die Kontaktaufnahme zu Kapitalgebern für eine Produktfertigung entscheidend erleichtert.

Das First Chance-Programm steht raumfahrtorientierten Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie kleinen und mittleren Unternehmen zur Verfügung. Mit dem First Chance-Programm sollen in den Forschungseinrichtungen die Anwendungsnähe der Forschungsthemen erhöht und Industriekontakte gefördert werden. In den kleinen und mittleren Unternehmen soll eine Sensibilisierung für die zusätzliche Nutzung von Ideen und Produkten bewirkt und bei eingeschränktem F&E-Potenzial der Zugang zu neuartigem Know-how erleichtert werden.

Der Aufruf zur Erstellung eines Ideenpapiers erfolgt jährlich. Die besten Vorschläge werden ausgewählt und ihre technische Umsetzung dann in Form einer Zuwendung gefördert.

# Schwerpunkt Luftfahrt

Die Entwicklung und Bereitstellung effizienter Auslegungs- und Entwurfsverfahren sowie anwendungsreifer Technologien für die Realisierung und den Betrieb zukünftiger Luftfahrtsysteme ist weiterhin das Ziel der Forschungs- und Technologiearbeiten im Schwerpunkt Luftfahrt des DLR. Viele der nachfolgend in einer Auswahl beschriebenen Forschungsarbeiten des DLR erfolgen im nationalen Verbund mit Industrie und Hochschulen sowie europäischen Partnerorganisationen. Das DLR leistet damit wesentliche Beiträge zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der deutschen und der europäischen Luftfahrtindustrie, um insbesondere im transatlantischen Wettbewerb zu bestehen.

Konkret stehen dabei die Verbesserung

- ▶ der Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit
- ▶ der Umweltverträglichkeit (Lärm, Emissionen) und
- ▶ der Sicherheit

von Verkehrsflugzeugen, militärischen Flugzeugen, Hubschraubern, Triebwerken sowie die Optimierung der bord- und bodenseitigen Instrumente und Systeme im Vordergrund der luftfahrtbezogenen Forschungsaktivitäten des DLR.

Kernpunkte der Arbeiten im Berichtszeitraum lagen in der Initiierung neuer Projekte, die sich mit sicherheits- und umweltrelevanten Fragestellungen in der Luftfahrt beschäftigen. Als Beispiele zu nennen sind die Projekte „Wirbelschlepe“, „Leiser Flugverkehr“ sowie „Partikel aus Flugtriebwerken und ihr Einfluss auf Kondensstreifen, Zirruswolken und Klima“.

Vor dem Hintergrund der Fusionen in der Luftfahrtindustrie Europas wurde die Zusammenarbeit mit den Partnerorganisationen des DLR auf europäischer Ebene konsequent vorangetrieben. Ergebnisse sind die Etablierung eines gemeinsamen Hubschrauberprogramms mit der französischen Partnerorganisation ONERA Ende 1998, der Beschluss zur Bildung eines Windkanalverbundes zwischen DLR, NLR und ONERA im Jahre 1999. Mit der ONERA sind ebenfalls Gespräche zur Erweiterung der Zusammenarbeit im Bereich der Verkehrsflugzeuge im Gange.

In der Luftverkehrsführung wurden Gespräche mit der niederländischen Partnerorganisation NLR erfolgreich abgeschlossen. Es ist geplant, die verabredete künftige Kooperation auch in einer gemeinsamen Organisationseinheit zu manifestieren.

Der zunehmenden Bedeutung der Forschungsprogramme der Europäischen Union folgend hat das DLR ein Büro in Brüssel eingerichtet. Ergänzend zur verstärkt europäischen Ausrichtung und zur etablierten, guten Zusammenarbeit mit den Systemfirmen in Deutschland wurde der Kontakt mit Ausrüstungsunternehmen intensiviert.

## Auf dem Weg zum multi- funktionalen Flügel

■ Unter dem Leitkonzept „Adaptiver Flügel“ der Partner Dasa, DaimlerChrysler und DLR trug das Projekt ADIF II mit weiteren grundlegenden Ergebnissen zur Entwicklung und Realisierung eines adaptiven, das heisst sich an die Flugverhältnisse anpassenden, Flügels mit vollständiger Strömungs-, Last- und Strukturkontrolle bei.

Sowohl bei 2D-Messungen im Kryorohrwindkanal Göttingen, KRG, als auch bei Quasi-3D-Messungen an einem schiebenden Flügel im Transsonischen Windkanal Göttingen, TWG, wurden für ein Airbus-ähnliches Profil durch Kombination von Absaugung und Konturbeule (Bump) Widerstandsreduktionen von 22 bis 25 Prozent bei im Reiseflug auftretenden von Geschwindigkeits- und Auftriebswerten nachgewiesen. Dies entspricht einer auf das Gesamtflugzeug bezogenen Verringerung des Widerstandes von ca. 3,5 Prozent mit einer gleichwertigen Einsparung an Treibstoff.

Untersucht wurde weiterhin der aeroelastische Einfluss einer Bump auf das Flatterverhalten eines transsonischen Flügels mit dem Ergebnis, dass keine destabilisierenden Effekte auftreten, welche die Implementierung einer Bump verbieten.

Die für eine flexible Hinterkantenklappe entwickelten Strukturkonzepte (Finger-, Gürtelkonzept) wurden von der Dasa für einen Einsatz bewertet. Die von der Industrie geforderten Funktionalitäten wurden erfüllt. Für die Umsetzung in ein Produkt sind aber noch weiterführende Optimierungen hinsichtlich Gewicht und Wartung durchzuführen.

Zur Spaltkontrolle zwischen Flügel und Hinterkantenklappen (Anpassung der Biegelinie von Flügel und Klappen) und Einsparung von Klappenlagerungen wurde ein neues Klappenkonzept entwickelt (formvariable Klappe). Dieses Konzept wird bis Ende des Jahres 2000 beim DLR in einen Funktionsdemonstrator umgesetzt. Aufgrund des großen Interesses der Industrie an dieser Technologie erfolgt eine finanzielle Beteiligung der Dasa an den DLR-Forschungsarbeiten im Rahmen des Dasa-Projektes Pro-HMS (Prozeßkette Hochauftrieb mit Multifunktionalen Steuerflächen).

■ Bessere Steigflugeigenschaften und höheren Auftrieb im Landeanflug sind wesentliche Anforderungen

## Aerodynamische Optimierung von Klappen- systemen für Verkehrsflugzeuge

an zukünftige Verkehrsflugzeuge. Neben systematischen Untersuchungen im Windkanal zu Klappenanordnungen in den Start-

bzw. Landephasen, wie sie im Deutsch-Niederländischen Windkanal seit langem erfolgreich durchgeführt werden, gewinnt die numerische Simulation an Bedeutung. So sind jetzt erstmals numerische Optimierungen an Klappensystemen von Verkehrsflugzeugen vorgenommen worden. Das Nachrechnungsverfahren FLOWer, das im Rahmen des Projektes MEGAFLOW entwickelt wurde, ist jetzt mit einem geeigneten Optimierungsverfahren gekoppelt worden.

Freiheitsgrade bei diesen Untersuchungen sind neben der Klappentranslation und dem Klappenwinkel die Gestaltung der Spalte zwischen den einzelnen Elementen. Trotz der erschwerten Randbedingung einer engen Begrenzung des kopflastigen Nickmomentes konnte in einem Beispielfall – Profil mit Vorder- und Hinterklappe – eine Verbesserung der Gleitzahl um

20 Prozent erzielt werden. Eine erste praktische Anwendung dieses Verfahrens wurde beim Klappenentwurf der Fairchild/Dornier 728 vorgenommen, wodurch ein zeit- und kostenintensiver aerodynamischer Entwurfszyklus eingespart werden konnte.

■ Im Rahmen des MEGAFLOW-Projektes wurde ein wesentlicher Meilenstein erreicht: Auf der Basis des unstrukturierten Navier-Stokes-Verfahrens TAU konnte die

## Schneller aero- dynamischer Entwurf möglich

Antwortzeit für die Simulation von reibungsbehafteten Strömungen um komplexe Konfigurationen erheblich reduziert werden. Dazu hat neben der Weiterentwicklung des TAU-Verfahrens insbesondere die strategische Kooperation mit dem Anbieter eines kommerziell verfügbaren hybriden Netzgenerators beigetragen. Basierend auf einer aufbereiteten CAD-Geometrie ist die Berechnung von komplexen Reiseflug- bzw. Hochauftriebskonfigurationen mit einschätzbarer Genauigkeit

in weniger als vier Wochen möglich geworden. Dies konnte im Rahmen von Auftragsarbeiten sowie nationalen und internationalen Projekten anhand verschiedener Beispielrechnungen eindrucksvoll nachgewiesen werden. Der hybride TAU-Code hat im internationalen Rahmen hohe Maßstäbe hinsichtlich der Effizienz und Qualität der numerischen Strömungsberechnung gesetzt. Er wird beim DLR und von der deutschen Luftfahrtindustrie intensiv für Entwicklungsarbeiten bei der aerodynamischen Auslegung von Flugzeugen verwendet. Auch bei vielen EU-Vorhaben ist dieser Code Standard für die Strömungssimulation.

■ Vor der Zulassung zum Erstflug müssen alle neu entwickelten Flugzeuge in einem

## Reduzierung der Versuchszeiten beim Stand- schwingungs- versuch

Stand-schwingungs-versuch überprüft werden (Dauer: ca. sechs Wochen). Da die Standzeiten eines voll aus-

gerüsteten Flugzeuges wegen der großen Kapitalbindung sehr teuer sind, drängt die Industrie auf

eine drastische Verkürzung dieser Versuchszeiten bei gleicher Qualität. Das DLR und die französische Partnerorganisation ONERA haben daher gemeinsam die Versuchsmethodik und die Auswerteprozesse optimiert, mit dem Ziel, die Versuchszeiten gemäß den Forderungen der Industrie zu verkürzen. Weiter zeigten die Studien, dass die anstehenden Versuche an den Großraumflugzeugen A340-500/600 und A3XX überhaupt nur bei verkürzten Versuchszeiten durchgeführt werden können, wenn DLR und ONERA ihre Anlagen zu einer Großanlage zusammenschalten. Der Prototyp dieser DLR-ONERA-Großanlage wurde realisiert und zusammen mit der neuen Versuchsmethodik in einem Stand-schwingungsversuch an der A340-300 von einem integrierten Versuchsteam in Toulouse erfolgreich erprobt.

■ Beim Schleppen von Segelflugzeugen kommt es immer wieder zu unkontrollierbaren Flugzuständen, die besonders in Bodennähe für die Piloten im Schleppflugzeug tragisch ausgehen können. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen sah sich deshalb veranlasst, das DLR mit Flugzeugschleppuntersuchungen zu betrauen. Ziel des Vorhabens war es, die Grenzen der Steuerbarkeit im Flugzeugschleppverband aufzuzeigen und die dabei wirkenden Kräfte und Beschleunigungen zu ermitteln. Dies hat wiederum eine Reihe von Rückwirkungen auf die Auslegung der Steuerung und der Festigkeit der Flugzeuge zur Folge.

## Mehr Wissen über den Segel- flugzeug- schlepp

Voraussetzung für die Durchführung des Vorhabens waren die Anwendung dynamischer Flugmanöver. Bei diesem Vorhaben wurden erstmalig vordefinierte, reproduzierbare Steuervorgaben mit entsprechend dynamischen Bewegungsabläufen eingeführt. Ein Vergleich mit Seilkraftmessungen, die in den Alpen von einer Firmengruppe zum Zwecke der Musterzulassung von Motorseglern für den Flugzeugschlepp in extrem starker Turbulenz durchgeführt wurden, ergab, dass unsere dynamischen Flugmanöver ersatzweise für die Flugerprobung des Flugzeugschlepps in starker Turbulenz bestens geeignet sind. Die Luftfahrtbehörden haben damit ein neues leistungsfähiges Verfahren für die Musterzulassung von Segel- und Motorflugzeugen in der Hand, das nachweislich den Anforderungen an den Flugzeugschleppverband in starker Turbulenz im Hochgebirge Rechnung trägt.

Mit Hilfe unserer dynamischen Flugmanöver konnte klar und eindrucksvoll aufgezeigt werden, welche fliegerischen Strategien und Grenzen eingehalten werden müssen, um tragische Unfälle, insbesondere beim Übersteigen der Schleppmaschine in Bodennähe, zu vermeiden. Außerdem ergaben sich einige wichtige Erkenntnisse, die den deutschen Leichtflugzeugh-

stellern das Entwickeln und Verkaufen ihrer für den Flugzeugschlepp zuzulassenden Flugzeuge erleichtert – ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil, denn die deutschen Hersteller von Segelflugzeugen und Motorseglern halten einen Weltmarktanteil von 90 Prozent.

■ Im Leitkonzept AROSYS (Adaptive RotorSYSteme) wurden von den Partnern DLR/ONERA, Eurocopter Deutschland und DaimlerChrysler adaptive Technologien für die Rotoren von Hubschraubern entwickelt, die deren Einsatzbereich und Akzeptanz wesentlich vergrößern werden.

Die variierenden Anströmbedingungen eines Hubschrauber-Rotorblatts

## Adaptive Rotor- systeme

während seines Umlaufs führen zu hohen Vibrationen, störendem Lärm und unerwünschten Begrenzungen der Flugenveloppe. Es ist daher Ziel der Arbeiten, neuartige Konzepte zu untersuchen und technische Lösungen zu entwickeln, die geeignet sind, diese Störeffekte zu vermeiden oder zu minimieren.

Ein geeignetes Konzept zur Beeinflussung der lokalen Aerodynamik an den Rotorblättern sind Klappen an den Hinterkanten, die mit Hilfe hochfrequent arbeitender Aktuatoren bewegt werden. Die Wirksamkeit dieser Technik konnte durch analytische Untersuchun-

gen und im Windkanal nachgewiesen werden, entsprechende Entwurfskriterien wurden ermittelt. Es zeigte sich, dass eine Klappentiefe von ca. 15 Prozent der Rotorblatt-Tiefe ausreicht, dass die Klappe im Bereich der Blattspitze am wirksamsten ist, und dass Klappenausschläge von etwa fünf Grad bei Frequenzen bis zum fünffachen der Rotordrehfrequenz für die angestrebten Ziele ausreichen.

Die Hinterkantenklappe einschließlich des piezoelektrischen Aktuators wird jetzt von der Industrie in einen existierenden Rotor integriert. Nach ausreichender Qualifikation im Flugversuch kann diese Schlüsseltechnologie bereits kurz- bis mittelfristig in einem Serienhubschrauber eingesetzt werden.

Den selben Zielen, allerdings mit höherem Potenzial und fortschrittlicherer Technologie, dient der Entwurf eines Systems zur dynamischen Veränderung der Rotorblatt-Verwindung. Durch Einbau einer helikalen Wicklung in der Haut des Rotorblatts wird eine Torsionsverformung über eine Längsdehnung des Blattes erreicht, die wiederum mit einem piezoelektrischen Aktuator erzeugt wird. Mit diesem Konzept wurde ein Modell-Rotorblatt entwickelt und seine Funktion im Labor sowie unter aerodynamischer Last im Windkanal erfolgreich getestet.

Die Ergebnisse des Leitkonzepts AROSYS haben gezeigt, dass adaptive Rotorsysteme funktionstüchtig sind und ein erhebliches Potential zur Verbesserung von unerwünschten Hubschraubereigenschaften liefern. Die Realisierung der Konzepte im Serienhubschrauber erfordert weitere intensive Bemühungen bei DLR/ONERA und bei den Industriepartnern.

■ Im Rahmen einer Vereinbarung zwischen DLR/ONERA und der deutsch-französischen Firma Eurocopter wurde das Programmpaket HOST (Helicopter

## Gemeinsames Hubschrauber Simulations- modell

Overall Simulation Tool) als gemeinsame Basis für die analytische Modellierung von Hub-

schraubern bei den Partnern ausgewählt und eingeführt. Das menügeführte Programmsystem wird zur Zeit vorwiegend im Bereich der Flugdynamik ein-

gesetzt. Es wird in Zukunft auch für aerodynamische und strukturdynamische Aufgaben Verwendung finden.

Die Arbeiten bei den Partnern in Deutschland und Frankreich werden über eine HOST-Arbeitsgruppe koordiniert und ersetzen die bisherigen parallelen Modellierungsaktivitäten. Die erzielten Ergebnisse stehen allen Beteiligten unmittelbar zur Verfügung. Im vergangenen Jahr wurden neue Module in HOST integriert und durch Flugversuchsdaten validiert: das „Finite State Unsteady Wake Model“ und das „Parameter Identification Tool“. Dadurch konnte insbesondere die Qualität der Echtzeit-Simulationsmodelle so weit gesteigert werden, dass alle Kriterien für analytische Modelle für Flugsimulatoren erfüllt werden können.



■ Profilloptimierungen liefern hohe Verdichterwirkungsgrade Wirkungsgrad und Leistung von axialen Turboverdichtern hängen unmittelbar von der aerodynamischen Qualität und der Leistungscharakteristik der Beschaukelung der Lauf- und Leiträder ab. Auch die Zuverlässigkeit und ein stabiles Betriebsverhalten wird durch die Reibungsschichten auf den Profilen und deren Ablöseigenschaften beeinflusst. Erreicht

## Profil- optimierungen liefern hohe Verdichterwirkungsgrade

moderner Strömungsberechnungsverfahren an der gezielten Optimierung von Verdichterprofilen gearbeitet, die eine kontrollierte Verzögerung unter Vermeidung von Grenzschichtablösungen erlauben. In einer intensiven Kooperation mit dem Gasturbinenhersteller Siemens/KWU gelang es jetzt, für große, leistungsgesteigerte Gasturbinen deutlich verbesserte Profil- und Gittergeometrien für die Verdichterschaufeln zu generieren. In einem automatisierten Optimierungsprozess, bei dem ein Profilgenerator, ein Strömungsberechnungsprogramm und ein numerischer Optimierer gekoppelt sind, werden die einzelnen Schaufelschnitte nicht nur für den Entwurfspunkt, sondern auch für einen möglichst weiten und stabilen Betriebsbereich optimiert. Durch umfangreiche Experimente im transsonischen Gitterprüfstand Köln konnten sowohl die Verlässlichkeit des Entwurfswerkzeuges als auch die außerordentliche Qualität der neu gefunden Profile nachgewiesen werden. Die neue Entwurfsmethode erlaubt nun, die vielstufigen Verdichter der Gasturbinen und in gleicher Weise die Mittel- und Hochdruckverdichter von Flugtriebwerken in ihrem Wirkungsgrad beachtlich zu steigern.

werden diese Ziele durch eine sorgfältige und neueren aerodynamischen Erkenntnissen folgende Auslegung mit einer verlustminimierten Strömungsführung in den Schaufelkanälen. Im Institut für Antriebstechnik des DLR wird derzeit unter Einsatz

senkrecht zur Laserachse werden über das Lichtschrankenprinzip bestimmt. Die dritte Geschwindigkeitskomponente, in Richtung der Laserachse, wird über die Dopplerverschiebung des Streulichtes ermittelt. Damit liefert das neue System dringend benötigte experimentelle Informationen über den dreidimensionalen Strömungsvektor.

Früher konnten solche Messungen aufgrund der Kompaktheit dieser Maschinen nur mit dem Zweikomponenten Verfahren durchgeführt werden, das jedoch durch seine Justierung senkrecht zur erwarteten Hauptströmungsrichtung die wesentlichen, durch die Kanal- und Schaufelgeometrie aufgeprägten Komponenten erfasste. Die bei Maschinen geringer Abmessung besonders stark ausgeprägten Sekundärströmungen konnten so jedoch nicht bestimmt werden.

Die Messungen mit dem neuen System wurden im Hochgeschwindigkeitsbereich des Rotors durchgeführt, und zwar am Ein- und Austritt sowie bei 40 Prozent und bei 60 Prozent Länge des Strömungskanals. Vergleiche von Messergebnissen, die mit dem

## 3-Komponenten- Doppler- Laser

■ Ein neu entwickeltes Dreikomponenten-Doppler-Laser-Zwei-Fokus-Messgerät wurde zur Strömungsfeldanalyse eines kompakten, transsonischen Radialrotors eingesetzt. Es kombiniert zwei Messmethoden. Zwei Geschwindigkeitskomponenten

Zwei-Komponenten und dem neuen Drei-Komponenten-Verfahren aufgenommen wurden, zeigten die Überlegenheit des neuen Systems. Der erbrachte Funktionsnachweis lässt erwarten, dass zukünftig auch die in Triebwerken hohen Druckverhältnisses eingebauten Axialverdichterstufen und Turbinenstufen kleiner Abmessung mit dem neuen Gerät experimentell untersucht werden. Die gefundenen Erkenntnisse werden zur weiteren aerodynamischen Optimierungen dieser Komponenten beitragen.

■ Anfang 2000 wurden wesentliche Arbeiten zur Standardisierung neuer digitaler Kommunikationsverfahren für die Flugführung abgeschlossen. Diese Arbeiten wurden im Rahmen der Standardisierungsvorhaben der internationalen zivilen Luftfahrtbehörde ICAO zusammen mit der europäischen Luftfahrt-

## Neue Kommunikations- systeme für die Flug- führung

behörde Eurocontrol und der Deutschen Flugsicherung DFS durchgeführt. Einer der wichtigsten Beiträge des DLR bestand in der Realisierung eines umfangreichen, computerbasierten Simulationsstools, das nicht nur den physikalischen Datenlink, sondern auch Applikationen und Kommunikationsprotokolle sowie das tatsächliche Flugverkehrsaufkommen in Deutschland berücksichtigt. Mit diesem Tool konnte weltweit erstmals das Verhalten neuer digitaler Kommunikationsverfahren für die Flugführung unter realistischen Bedingungen bewertet werden. Die Ergebnisse dienen dazu, eine Vielzahl von Parametern neu zu dimensionieren mit dem Ziel, die vorhandenen Ressourcen (Frequenzspektrum, Sendeleistung) effizient auszunutzen und gleichzeitig eine hohe Verfügbarkeit zu garantieren. Detaillierte Untersuchungen wurden insbesondere für sicherheitsrelevante Fragen durchgeführt: zum einen zur Ermittlung der Übertragungsqualität, die von hoher Güte sein muss, um einen reibungslosen Ablauf der Flugverkehrsführung zu gewährleisten, zum anderen zur Ermittlung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit kombinierter Ortungs- und Kommunikationsverfahren, die in naher

zukünftig flexiblere Flugrouten zulassen. Das Institut für Kommunikation und Navigation des DLR wies mit seinen Untersuchungen und dabei erzielten Ergebnissen die Tauglichkeit der heute in der Diskussion stehenden neuen Kommunikationsverfahren für die Flugführung nach und konnte wesentliche Verbesserungen vorschlagen, die in den Standardisierungsprozess einfließen. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass die neuen Verfahren unter realitätsnahen Bedingungen eine deutliche qualitative Verbesserung gegenüber den bisher eingesetzten Verfahren bei etwa gleichem Ressourcen-Einsatz und größerer Funktionalität ermöglichen.

■ Um das An- und Abflugmanagement an Flughäfen zu integrieren und zu optimieren, hat das Institut für Flugführung des DLR den Prototypen des Systems DARTS für den Flughafen Zürich entwickelt. DARTS unterstützt mit neuartigen Anzeige- und Bedieneinheiten die Fluglotsen, indem es eine vorwiegend nach Staffelungskriterien optimierte An- und Abflugsequenz plant sowie die Start- und Landebahn zuweist. Das System wurde im Apron und Tower Simulator ATS des DLR mit Schweizer Fluglotsen erfolgreich erprobt.

## Departure and Arrival Traffic Management System DARTS

Die äußerst positiven Versuchsergebnisse haben den Flughafen Zürich überzeugt, weltweit erstmalig ein solches System in Zukunft operationell einzusetzen, um damit den wachsenden Luftverkehr bewältigen zu können.

■ Landungen bei schlechten Sichtverhältnissen zählen zu den anspruchsvollsten Anforderungen an einen Piloten. Die Voraussetzungen für die Durchführung solcher

## Sensor-Durchblick bei schlechter Sicht

Instrumentenanflüge sind eine – entsprechende und kostspielige – Bodeneinrichtung des Flughafens (ILS-Anflugsender) sowie eine dazugehörige bordseitige Ausrüstung des Flugzeuges (Flugwegsignal-Empfänger).

Neue Technologien bieten die Möglichkeit, den Piloten in unterschiedlichen Flugphasen

und auch während der Bewegung auf dem Boden bei schlechtem Wetter weitestgehend bordautonom, das heisst unabhängig von externen flugplatzgebundenen elektronischen und visuellen Flugführungshilfen zu unterstützen. Die dadurch erzielte Verbesserung der Situationserfassung trägt zusätzlich zu einer Erhöhung der Sicherheit bei. Ein solches Enhanced Vision System, kurz EVS, ist auf dem fliegenden Versuchsträger ATTAS untersucht und unter realen operationellen Bedingungen demonstriert worden. Die Flugversuche mit dem EVS wurden im Rahmen des europäischen Projekts All Weather ARival and Departure, AWARD, durchgeführt. Es handelte sich dabei um die erste europäische Flugerprobung einer sensorgestützten Außensicht mit einem Piloten im Steuerkreis und unter Berücksichtigung geeigneter Verfahrensabläufe im Cockpit. EVS verwendet abbildende Sensoren (Forward Looking InfraRed, FLIR, und MilliMeter Wellen Radar, MMWR). Sie sind weniger empfindlich gegenüber ungünstigen Einflüssen auf die Sichtbedingungen als das menschliche Auge. Die durch die Sensoren dargestellten Bilder der externen Umwelt werden durch eine geeignete Flugsymbolik ergänzt und dem Piloten über ein Head-Up-Display im Cockpit angezeigt. Das System liefert dem Piloten quasi-visuelle Eindrücke, die mit denen unter Sichtflugbedingungen vergleichbar sind. Neben der Bewertung der technischer Faktoren fand die Beurteilung des Gesamtsystems Mensch/Maschine besondere Beachtung. Die Ergebnisse der Flugversuche bestätigten das Potenzial von EVS als einem geeigneten Ersatz oder als hervorragender Ergänzung vorhandener Landesysteme.

## Neue Anflug- prozedur simuliert

■ Das DLR hat im Auftrag der Deutschen Flugsicherungs GmbH (DFS) Simulationen zur Untersuchung der neuen An-

flugprozedur High Approach Landing System/Dual Threshold Operation, kurz HALS/DTOP, für den Flughafen Frankfurt/Main durchgeführt. Untersucht wur-

den vor allem Fragen der Sicherheit in der Abwicklung des gesamten Flugverkehrs bei gleichzeitig gewünschter Kapazitätssteigerung des anfliegenden Verkehrs und möglichst geringer Beeinflussung der Abflüge. Die Versuche fanden im Oktober/November 1999 im Apron und Tower Simulator (ATS) des DLR-Instituts für Flugführung in Braunschweig statt. Dabei hat das DLR eine Reihe von Verkehrsszenarien mit unterschiedlicher Start- und Landebahnausnutzung auf Basis realer Flugplandaten entwickelt und in mehrwöchigen Versuchsreihen simuliert. Alle Frankfurter Tower-Lotsen konnten das neue Anflugverfahren kennenlernen und sich mit dem System vertraut machen. Aus abschließenden Befragungen der Lotsen ergab sich, dass aufgrund der speziellen Eigenheiten dieser neuen Anflugprozedur die bisherigen Betriebsverfahren und Arbeitsweisen der Lotsen für bestimmte Situationen angepasst werden müssen. Die grundsätzliche operationelle Durchführbarkeit konnte verifiziert werden. Das neue Verfahren wird im Probebetrieb eingesetzt.

■ Die Minderung des Umströmungsgeräusches von Fahrwerken und Hochauftriebssystemen (Flugzeug-Eigengeräusch) – als beim Landeanflug den Fluglärm wesentlich bestimmendes Element – ist für künftige Flugzeugentwürfe von ausschlaggebender Bedeutung. Zur Klärung aller Umströmungslärmquellen wurde an einem Airbus A320 im Überflug mit großem Erfolg ein Mikrofon-Array mit 161 Mikrofonen eingesetzt. Es gelang, alle wichtigen Schallquellen für verschiedene Hochauftriebskonfigurationen und die Fahrwerke zu ermitteln. Zur Detailklärung der aeroakustischen Quellen wurde im Deutsch-Niederländischen Windkanal das Umströmungsgeräusch eines Original Airbus A320 Flügels in Hochauftriebskonfiguration vermessen. Die konstruktive Detailgestaltung der Vorflügelhalter und der Landeklappenecke wurde als Quelle zusätzlichen Lärms erkannt, der bei Modellexperimenten vom Prinzip her nicht erfasst werden kann. Geeignete konfigurative Maßnahmen am Vorflügel und an der Klappenseitenkante zur Lärminderung wurden erarbeitet und der

## Erfolgreiche Berechnung des Lärms an Profilvorder- und -hinterkanten

Industrie zur Implementierung bei neuen Verkehrsflugzeugen (A3XX, Nachfolgetypen der A300-Reihe) zur Verfügung gestellt. Ergänzend konnten aeroakustische Quellen an Hochauftriebssystemen erstmals auch mit Hilfe eines Computational AeroAcoustics-Codes (CAA) rein numerisch simuliert werden, basierend auf einem Konzept zur Simulation der eigentlichen aeroakustischen Quelle, das heißt der Umwandlung von (turbulenter) Wirbelstärke in Schall an Kanten, Ecken, etc. Langfristig wird damit ein Verfahren zum Entwurf lärmarmen Flugzeugkomponenten auf der Basis von Computersimulationen möglich werden.

■ Im Rahmen des EU-Projektes RESOUND wurde der Beitrag des Brennkammergeräusches zum Gesamtgeräusch eines Flugtriebwerks untersucht. Hierbei wurden in Zusammenarbeit mit Rolls-Royce Deutschland Messungen an einem Triebwerk

## Schallquellenortung an Brennkammern mit einem Mikrofon- array

durchgeführt. Mit einem Mikrofonarray wurde das von der Düse abgestrahlte Geräusch analysiert. Dabei wurde eine Kreuzspektralanalyse zwischen dem fokussierten Signal des Arrays mit einem zusammen mit den Mikrofonensignalen aufgezeichneten Wechseldrucksignal durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen einen

deutlichen Beitrag der Brennkammer am abgestrahlten Geräusch. Zukünftige besonders leise Triebwerke werden also nicht ohne spezielle Schalldämpfer für die Brennkammern zu realisieren sein.

■ Strömungen in Verdichtern und Turbinen erzeugen Lärm, der durch Turbulenzen und Druck-Schwankungen hervorgerufen wird. Bei genauer Analyse des

## Lärm mit Lärm bekämpfen

Lärmspektrums heben sich aus dem gesamten Frequenzbereich Töne mit sehr hohem Schallpegel hervor. Diese Töne werden durch die Strömungs-Interaktion der einzelnen Lauf- und Leiträder in einer Turbomaschine produziert. Die Frequenz dieser Töne ist damit abhängig von der Drehzahl und den Schaufelzahlen. Um nun diesen dominierenden Lärmanteil zu vermindern, bedient man sich eines bekannten physikalischen Effektes: Überlagern sich zwei (Schall-)Wellen gleicher Frequenz und Amplitude, jedoch phasenversetzt, so löschen sich Wellenberge und -täler gegenseitig aus.

## Numerische Simulation von **Wirbel- schleppen** im Landeanflug

Landung. Durch konstruktive Maßnahmen am Flugzeug, Vorhersage und Beobachtung des Wirbelzerfalls in der Atmosphäre mit numerischen Modellen bzw. Lidar- und Radar-Systemen und schließlich durch die boden- oder bordgestützte Detektion von Wirbelschleppen zur Warnung von Piloten soll eine Steigerung der Landefrequenz und eine größere Sicherheit erreicht werden. Bei der Vorhersage konnte ein wichtiges Teilergebnis erzielt werden. Hier steht neben der Vorhersagbarkeit des lokalen Wetters am Flughafen die Frage im Vordergrund, wie sich eine aus zwei gegensinnig rotierenden Wirbeln zusammengesetzte Schleppe in der Atmosphäre verhält. Die Analyse

■ Das DLR-Projekt „Wirbelschlepe“ zielt auf die Minimierung der von der Wirbelschleppe vorausfliegender Verkehrsflugzeuge ausgehenden Gefährdung bei der

Sowohl die stationäre Gasturbinenindustrie als auch die Triebwerkshersteller sind an Lärm-Minderungsmaßnahmen stark interessiert und sehen in dieser Methode einen Weg, den Lärm aktiv an der Quelle zu bekämpfen. Im Rahmen der AG Turbo Verbundforschung wurde ein Vorhaben gefördert, welches an dem Versuchsträger CRISP (Counter-Rotating Integrated Shrouded Propfan) im DLR-Institut für Antriebstechnik in Köln unter Beteiligung der Berliner Akustikkollegen mit dem Ziel durchgeführt wurde, diese aktive Lärminderung mit Gegenschall im Experiment nachzuweisen. Partner in diesem Projekt waren DaimlerChrysler und MTU.

Die zylindrische Einlaufstrecke von einem Meter Durchmesser wurde mit 32 Lautsprechern und 94 Mikrofonen bestückt. Der vom Triebwerk nach vorne abgestrahlte Lärm wurde von den Mikrofonen aufgenommen und das Schallfeld im Hinblick auf dominante Frequenzkomponenten analysiert. Mit Hilfe eines Reglers wurden dann die Lautsprecher aktiviert, die mit phasenversetztem Gegenschall die Lärmabstrahlung verminderten, was wiederum von den Mikrofonen registriert wurde. Es ist in diesem Experimentalprogramm gelungen, bei zwei dominierenden Frequenzen mit Tönen sehr hohen Schallpegels die abgestrahlte Schallleistung um ca. elf Dezibel zu senken. Dieser Erfolg verspricht eine mittelfristige Realisierung der aktiven Schallminderung an stationären und Flug-Gasturbinen.

idealisierter Simulationen zur Dynamik von Wirbelschleppen zeigt einen ähnlichen Zerfallsmechanismus bei verschiedenen atmosphärischen Bedingungen: Die Wirbelfadenstreckung von Turbulenz aus der Umgebung oder aus der Grenzschicht des Flugzeuges selbst erzeugt azimutale und vertikale Sekundärstrukturen, welche die Primärwirbel deformieren und so den turbulenten Austausch zwischen ihnen effektiv beschleunigen. Hierdurch wird die Phase von quasilaminaren und stabilen Wirbeln beendet und die von turbulent zerfallenden Wirbeln eingeleitet. Dieser Prozess wird durch die thermische Schichtung der umgebenden Luft noch verstärkt. Durch diese Erkenntnis rückt eine umfassende Parametrisierung der Entwicklung der Wirbelstärke, wie sie für die Vorhersage des Wirbelzerfalls in Echtzeit am Flughafen benötigt wird, in greifbare Nähe.

■ Moderne Triebwerke kommen mit weniger Treibstoff aus und emittieren daher bei gleicher Verkehrs-

## Triebwerks- verbesserungen und Klimaänderungen haben gegenläufige Auswirkungen auf **Kondens- streifen**

leistung weniger Wasserdampf und Kohlendioxid. Dennoch verursachen sie häufiger Kondensstreifen. Die Flughöhe, ab der sich Kondensstreifen bilden, hängt außer von der Temperatur und Feuchte der Atmosphäre auch vom Wirkungsgrad des Triebwerks ab. Bei modernen Triebwerken mit hohem

leistung weniger Wasserdampf und Kohlendioxid. Dennoch verursachen sie häufiger Kondensstreifen. Die Flughöhe, ab der sich Kondensstreifen bilden, hängt außer von der Temperatur und Feuchte der Atmosphäre auch vom Wirkungsgrad des Triebwerks ab. Bei modernen Triebwerken mit hohem

Wirkungsgrad gelangt weniger Abwärme ins Abgas. Deshalb können neuere Triebwerke schon in geringerer Höhe Kondensstreifen verursachen als ältere. Diese thermodynamisch begründete Hypothese wurde im September 1999 bei einem Parallelflug eines Lufthansa Airbus A340 und einer Boeing 707 der Bundesluftwaffe durch gleichzeitige Messungen vom DLR-Forschungsflugzeug Falcon aus erstmalig experimentell bestätigt. Beim Steigflug gab es einen Höhenbereich, in dem hinter der A340 bereits ein Kondensstreifen sichtbar war, während die B707 noch ohne Kondensstreifen flog. Der Höhenbereich war allerdings mit nur 80 Meter sehr viel enger als erwartet. Dies lag an der relativ geringen vertikalen Temperaturabnahme in der Atmosphäre an diesem Tag. Bei mittleren Atmosphärenzuständen beträgt der Höhenunterschied der Kondensstreifenbildung für diese beiden Flugzeuge ca. 200 Meter. Diese klimatische Nebenwirkung sparsamerer Triebwerke kann in Zukunft möglicherweise zum Teil aufgrund der generellen Klimaänderung etwas ausgeglichen werden. Neue Rechnungen mit den Klimamodellen des DLR zeigten, dass die obere Troposphäre wärmer werden wird, was die Häufigkeit der Bildung von Kondensstreifen verringert. Die Klimawirkungen der Kondensstreifen hängen auch von dem emittierten Ruß und den sich bildenden Schwefelsäureaerosole ab. Diese Effekte sind jedoch noch nicht ausreichend verstanden. Sie sind daher Thema des neuen HGF-Strategiefondprojekts „Partikel aus Flugzeugtriebwerken und ihr Einfluss auf Kondensstreifen, Zirkuswolken und Klima, PAZI“.

■ Im Rahmen einer gemeinsamen Forschungsaufgabe des DLR, der Deutschen Lufthansa und der

## Arbeitsbelastung von Flugbegleiterinnen untersucht

wurde auf einer transmeridianen Strecke über neun Zeitzonen (Frankfurt/Main – San Francisco – Frankfurt/Main) die Arbeitsbelastung und die Beanspruchung von 44 Flugbegleiterinnen flugmedizinisch untersucht. Die Datenerhebung für jede Flugbegleiterin

Deutschen Akademie für Flugmedizin – unterstützt vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen –

begann drei Tage vor dem Umlauf und endete am dritten Tag nach der Rückkehr. EKG, Blutdruck, Kortisol sowie subjektive Angaben zur Ermüdung, zur Arbeitsbelastung und zum Schlaf wurden regelmäßig aufgezeichnet. Zur Registrierung der zirkadianen Rhythmik wurde die Körpertemperatur kontinuierlich vor und nach dem Umlauf gemessen. Folgende Ergebnisse wurden unter den untersuchten Bedingungen erzielt:

- ▶ Kontrolldaten und Daten, die während der Flüge und nach dem Umlauf erfasst wurden, unterscheiden sich von einander
- ▶ Die subjektiven Einschätzungen der Flugbegleiterinnen zeigten Unterschiede zwischen Hin- und Rückflug
- ▶ Physiologische Messdaten wiesen dagegen keine deutlichen Unterschiede zwischen Hin- und Rückflug auf
- ▶ Große Störungen der zirkadianen Rhythmik traten nicht auf
- ▶ Die Ermüdung nahm in bestimmten Flugabschnitten sehr hohe Werte an
- ▶ Die Belastung und Beanspruchung war in der Economy Class erheblich höher als in den beiden anderen Klassen.

Mit dieser Untersuchung wurde ein Beitrag zur Bewertung der vorgefundenen Arbeits- und Umweltbedingungen eines typischen transmeridianen Umlaufs geleistet, die als Grundlage für die Erörterungen über eine Harmonisierung der Flugdienst- und Ruhezeiten des Kabinenpersonals auf europäischer Ebene herangezogen werden kann.

# Schwerpunkt Energietechnik

Der Schwerpunkt Energietechnik trägt mit seinen Arbeiten dazu bei, dass eine nachhaltige Energieversorgung möglich wird. Hierbei steht einerseits im Mittelpunkt, dass neue Ideen auf ihre Umsetzbarkeit hin überprüft werden, andererseits müssen Entwicklungen vorangetrieben werden, die Technologien näher an eine Wirtschaftlichkeit heranzuführen oder die Konkurrenzfähigkeit deutscher oder europäischer Industrie erhalten.

Thematische Schwerpunkte bilden die solarthermische Kraftwerkstechnologie, die Solarchemie, Brennstoffzellen, schadstoffarme Verbrennung und die fachübergreifenden systemanalytischen Arbeiten. Außerdem ist die Laserforschung des DLR im Schwerpunkt Energietechnik angesiedelt, die sich insbesondere mit der Entwicklung von neuen Laserquellen befasst.

Im Bereich der solaren Kraftwerkstechnik konnte durch die Bewilligung eines wichtigen Technologieprojektes die Kontinuität gewahrt werden. Das Programm Solarforschung des Schwerpunkts Energietechnik wurde neu organisiert und damit stärker den Erfordernissen des Forschungsmarktes angepasst.

■ Im REFOS-Projekt wurde der vom DLR entwickelte volumetrische Druckreceiver zur Einspeisung von Solarenergie in Gasturbinen erfolgreich betrieben, wobei ein Testprogramm von insgesamt über 250 solaren Betriebsstunden durchlaufen wurde. Ein

## Solarthermische Turm- kraftwerke mit volumetrischen Druckreceivern

neuer Sekundärkonzentrator wurde ausgelegt und gefertigt, womit der optische Wirkungsgrad deutlich verbessert sowie eine Gewichtsreduktion um 75 Prozent bei günstigeren Herstellungskosten erreicht werden konnten. Systemsimulationen auf der Basis geeigneter industrieller Gasturbinen bestätigen das angestrebte Kostenreduktionspotenzial von ca. 30 Prozent gegenüber anderen vergleichbaren solarthermischen

Kraftwerkssystemen. Durch die Bewilligung eines Nachfolgeprojektes durch das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) wird es möglich, diese erfolgversprechende Technologie weiter zu entwickeln und unter realistischen Bedingungen mit einer Gasturbine zu testen.

Im Rahmen des EU-geförderten SOLASYS-Projekts wurde auf der Basis der Druckreceiver-Technologie ein Reformer zur solaren Brennstoffaufwertung entwickelt und gebaut. Der Systemtest mit einer mit Synthesegas befeuerten Gasturbine erfolgt ab 2001 beim Weizmann-Institut in Israel.

■ Das vom BMBF und später vom BMWi geförderte Projekt verfolgte das Ziel, zur Kostensenkung von

## Solarthermische Kraftwerksentwicklung STKE

solarthermischen Kraftwerken beizutragen. Nach fast vierjähriger Laufzeit konnte es erfolgreich

abgeschlossen werden. Gegenstand der Arbeiten waren unter anderem die Entwicklung von sogenannten Endreflektoren für Parabolrinnenkollektoren, die den jährlichen Energieertrag erhöhen, wie auch die Entwicklung einer modularen Software zur Analyse solarthermischer Anlagen. Dieses Programmsystem wird zusammen mit Partnern aus dem IEA-Kooperationsvertrag SolarPACES (Solar Power and Chemical Energy Systems) weiterentwickelt.

■ Nach Abschluss der Aufbauarbeiten konnte am 20. April 1999 die Einweihung der DISS-Testanlage

## Direkte Dampf- erzeugung in solarther- mischen Kraftwerken DISS

auf der südspanischen Plataforma Solar de Almería mit einem offiziellen Festakt gefeiert werden. Unter Teilnahme von

Repräsentanten des spanischen Energieministeriums MINER und des BMWi erläuterten führende Vertreter von DLR und CIEMAT den zahlreichen Teilnehmern Hintergründe und Ziele des Projekts im Hinblick auf eine nachhaltige Energiewirtschaft der Zukunft. Die inzwischen laufende Testphase hat bereits gezeigt, dass dieses Konzept umsetzbar ist und die Erwartungen erfüllt werden konnten. Das umfangreiche Testprogramm soll bis zum Ende des Jahre 2001 laufen.

■ Im Rahmen des im Brite-Euram-Programm der EU geförderten Projektes „Solardetox“ wurde eine Pilotanlage zur solaren Abwasserreinigung bei einer Ent-

## Solar- chemie

sorgungsfirma in der Nähe von Madrid errichtet und erfolgreich getestet. Die Anlage hat eine Kollektorfläche von 100 m<sup>2</sup> und ist für die Reinigung von

3 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag ausgelegt. In diesem Projekt konnte erstmals unter realen Bedingungen bei einem Anwender diese Technologie im Pilotmaßstab erfolgreich demonstriert werden.



■ Trotz der schwierigen Bedingungen, die aus dem deutschen Rückzug aus einer 50-Prozent-Partnerschaft in eine Kundenrolle resultierten, konnte die Arbeit des DLR auf der Plataforma Solar de Almería sehr erfolgreich fortgesetzt werden.

Beim Mid-term Meeting des Projekts EuroTrough im Dezember 1999 in Anwesenheit des zuständigen Vertreters der EU fand der bisher sehr erfolgreiche Projektverlauf

## Plataforma Solar de Almería

große Anerkennung. Wichtige neue Erkenntnisse für die Entwicklung eines gewichts- und damit kostenoptimierten Designs konnten unter anderem in einem achtwöchigen Windkanalversuch mit einem Modell eines Parabolrinnenkollektors gewonnen werden. Durch das Ende 1998 in Spanien verabschiedete königliche Dekret zur Vergütung von elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen hat sich Spanien merklich zu einem Zukunftsmarkt für die solarthermische Kraftwerkstechnik entwickelt. Der besondere Stellenwert der DLR-Präsenz zeigt sich bereits dadurch, dass von verschiedener Seite große Nachfrage nach der Expertise des DLR besteht.

■ Ziel der vom Bundesumweltministerium und dem Umweltbundesamt beauftragten und vielbeachteten Studie "Klimaschutz durch Nutzung erneuerbarer Energien" war es, ein Maßnahmenbündel zusammenzustellen, das die wirksame Entfaltung der

## System- analyse

Märkte für erneuerbare Energien im Strom- als auch im Wärmemarkt sichert, mit der Wettbewerbsordnung der liberalisierten Energiemärkte kompatibel ist und gleichzeitig mit möglichst wenig öffentlichen Mitteln auskommt. Am 25. Januar 2000 wurde die Studie in einer Pressekonferenz von Bundesumweltminister Trittin und dem Präsidenten des Umweltbundesamtes, Dr. Troge, vorgestellt.

Eine Studie über Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen in nichtmobilen Anwendungen für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) enthält eine umfassende Analyse der Verbrauchssektoren Industrie und zentrale öffentliche Stromversorgung in Bezug auf technische, ökologische und ökonomische Rahmenbedingungen, Marktchancen sowie mögliche Einstiegsmärkte für Brennstoffzellen. Eine weitere Untersuchung für das TAB analysierte die Potenziale und Perspektiven erneuerbarer Energien in Deutschland bis zum Jahr 2050.

■ Im kommerziellen Auftrag hat das DLR einen PEFC-Brennstoffzellenantrieb für einen Bus der Firma Neoplan ausgelegt. Das PEFC-System gibt eine elek-

## Brennstoff- zellen als Antrieb

trische DC-Nennleistung von 55 kW ab und enthält Niederdruck-Brennstoffzellenblöcke der Firma De

Nora. Der Eigenverbrauch beträgt etwa 23 Prozent der Systemleistung. Das Brennstoffzellensystem wurde vor kurzem erfolgreich im Bus in Betrieb genommen.

Für realitätsnahe Tests mobiler Brennstoffzellensysteme wurde ein 200-Watt-PEFC-System aufgebaut und zum Antrieb eines Modellfahrzeugs erfolgreich eingesetzt. Die robuste Auslegung weist zwei Neuerungen auf: Der Brennstoffzellenblock arbeitet mit einem Überdruck von nur 0,2 bar, der Verbrauch für Nebennaggregate konnte auf ca. 20 Prozent des erzeugten Stromes gesenkt werden. Beides sind in mobilen System bisher nicht erreichte Werte.

■ Die Verringerung der Schadstoffemissionen bei Verbrennungsprozessen, insbesondere Ruß, ist eine erklärte Zielsetzung bei der Entwicklung moderner Verbrennungstechniken. Hierbei spielt die Simulation und Vorausberechnung der Schadstoffbildung eine wichtige Rolle.

## Neue Akzente bei der Rußforschung

Die Verfügbarkeit leistungsfähiger Rechner läßt derartige Simulationsverfahren heute zu einem wichtigen Werkzeug für den Entwicklungsingenieur werden. Um sicherzustellen, dass die berechneten Voraussagen des Modells die wirklichen Verhältnisse in der Brennkammer möglichst gut wiedergeben, ist aber eine ausführ-

liche Modellvalidierung mit experimentellen Messdaten unumgänglich. Diesem Ziel dient die neue Hochdruck-Stoßwellenrohr-Anlage, die vor kurzem im Beisein von Gästen aus der Industrie und Vertretern der Landesministerien am DLR-Institut für Verbrennungstechnik in Betrieb genommen wurde. Diese Anlage liefert wichtige Daten zur Rußpartikelbildung in Abhängigkeit von den Einflussparametern Druck, Temperatur und Kraftstoff. Neben dieser Stoßwellenrohr-Anlage wurde ein spezieller Hochdruckbrenner für den Druckbereich bis 40 bar aufgebaut, um fundamentale Daten wie Rußvolumenkonzentrationen, Teilchengrößenverteilungen und Temperaturen aus Flammen unterschiedlicher Stöchiometrie und Brennstoffzusammensetzung zu liefern. Dazu wurden neue Lasermessverfahren z.B. für die genaue Temperaturbestimmung in rußenden Flammen entwickelt. Daten, die aus diesen Untersuchungen gewonnen werden, sind für die Validierung des chemisch-kinetischen Rußmodells unverzichtbar. Anhand dieser Ergebnisse und in Zusammenarbeit mit Forschergruppen im In- und Ausland konnten erste wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. So wurden die Mechanismen zur Partikelneubildung, der „frühen“ Rußbildung, modifiziert, wodurch die Vorhersagequalität des Rußmodells wesentlich verbessert wurde. Die durchgeführten Arbeiten stehen in engem Bezug zu Vorhaben, die im Rahmen des HGF-Strategiefonds „Partikel und Zirruswolken“ und von EU-Projekten durchgeführt werden.

## Laser- makro- bearbeitung

■ Vom 28. bis 29. September 1999 fanden die Stuttgarter Lasertage – SLT 1999 – statt. Sie wurden vom Institut für Strahlwerkzeuge der Universität Stuttgart, dem DLR-Institut für Technische Physik, der

Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge und dem Zentrum Fertigungstechnik Stuttgart veranstal-

tet. Die Vorträge, vornehmlich von Industrievertretern über die Ergebnisse gemeinsamer Projekte mit den Organisatoren, stießen bei den mehr als 260 Teilnehmern (zwei Drittel aus der Industrie) auf starke Resonanz.

■ Halbleiterlaser vermögen individuell nur eine verhältnismäßig geringe Strahlungsleistung abzugeben.

## Kohärente Kopplung von Halbleiter- lasern

Höhere Leistungen können nur durch Addition vieler Einzelemitter erhalten werden, die jedoch in der Regel eine mehr oder weniger un-

befriedigende Strahlqualität zur Folge hat. Um auch bei Leistungen im Wattbereich und darüber eine möglichst ideale, d.h. beugungsbegrenzte Strahlqualität zu erhalten, müssen nun viele kleine Laser kohärent gekoppelt werden, so dass sie sich dann wie ein einziger „großer“ Laser verhalten. Mit der Methode des Injection-Locking ist es gelungen, ein zweidimensionales Array von zunächst vier mal vier vertikal emittierenden Lasern so kohärent zu koppeln, dass sich alle Einzelstrahlen im Fernfeld konstruktiv zu einem weitgehend beugungsbegrenzten Strahl überlagern. Da ein Masterlaser tausend und mehr sogenannte Slavelaser koppeln kann, ist auch die Skalierung zu höheren Leistungen möglich.

# Schwerpunkt Verkehr

Der vorliegende Jahresbericht 1999/2000 ist die erste Gelegenheit, den neuen Schwerpunkt

Verkehr vorzustellen und über erste Arbeiten zu berichten. Ermutigt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat der Vorstand des DLR dem Senat im Herbst 1998 die Einrichtung eines neuen Schwerpunktes Verkehr vorgeschlagen. Die deklarierten Ziele des Schwerpunktes sind die Stärkung der Forschungsstruktur und die Beschleunigung von Innovationen im Problembereich Verkehr. Die enge Kooperation in Verbänden und Netzwerken mit Herstellern, Betreibern, Ingenieur- und Beratungsbüros, Forschungseinrichtungen, Hochschulen und nicht zuletzt mit den politischen Entscheidungsträgern soll es erleichtern, die gesetzten Ziele im regionalen, nationalen und europäischen Umfeld zu erreichen. Der Aufbau des neuen Schwerpunktes wird in den ersten drei Jahren aus dem Strategiefonds des BMBF gefördert.

Nach dem Beschluss zur Einrichtung des neuen Schwerpunktes im Juni 1999 stimmte der Senat im November des gleichen Jahres der Gründung eines Institutes für Verkehrsforschung in Berlin und im Juni 2000 eines Institutes für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung in Braunschweig zu. Ein Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart und eine Organisationseinheit zum Aufbau und Betrieb eines Entwicklungslabors für rechnergestützten Fahrzeugentwurf sollen die ersten beiden Neugründungen ergänzen. Diese Aufbaumaßnahmen werden mit Mitteln der jeweiligen Landesregierung unterstützt.

Ein Sachverständiger Beirat aus Politik, Wirtschaft und Forschung berät und begleitet das DLR bei der Formulierung und Umsetzung des längerfristigen Schwerpunktplanes. Neben den neu gegründeten Einrichtungen sollen alle DLR-Institute einbezogen werden, die aus ihrem Kompetenzspektrum zu diesem neuen Thema beitragen können.

Dabei verfolgt das DLR die nachfolgend beschriebene Strategie.

■ Ausgehend von den programmatischen Kerngebieten der Luft- und Raumfahrt sowie der Energietechnik hat das DLR in vielen Einzelprojekten des Wissens- und Technologietransfers an Themen des Straßen- und Schienenverkehrs gearbeitet. Der

## Eigene Fähigkeiten mobilisieren

Die Verkehrsforschung baut auf bestehenden Kompetenzen auf, mit denen neben dem Schwerpunktthema Luftverkehr auch Fragen der Mobilität, des Schienen- und Straßenverkehrs, des intermodalen Verkehrs und der Verkehrswirkungen sowie die dynamische Simulation von Verkehrsabläufen bearbeitet werden.

Schwerpunkt Verkehr wird diese Fähigkeiten und Erfahrungen bestehender Institute in den Schwerpunkt Verkehr einbeziehen, aber auch sein Kompetenzspektrum durch neue Institute oder Organisationseinheiten erweitern.

Im technischen Bereich kann auf Arbeitsgebiete wie Hochleistungswerkstoffe und -strukturen, Aerodynamik und -akustik, dynamische Simulation komplexer Fahrzeuge und Organisationsabläufe zurückgegriffen werden, die ursprünglich in Programmen der Luft- und Raumfahrt entwickelt wurden. In spezifischen drittmittelfinanzierten Projekten, z.B. mit der Automobil- und Bahnindustrie, wurden diese Kompetenzen bereits auf deren jeweilige Problemstellungen angewandt.

Die vom Staat gewährte Grundfinanzierung soll dem DLR auch die Möglichkeit eröffnen, voraus zu denken, z.B. durch die Initiierung, Koordinierung und gemeinsame Erarbeitung von Analysen, Szenarien und Modellen. Ebenso soll im vorwettbewerblichen Bereich die Vorentwicklung zu langfristigen Themenstellungen eingeleitet werden. Die in vielen großen und internationalen Projekten erworbene Fähigkeit des Projektmanagements sowie die fachlich fundierte und gleichzeitig interessenneutrale Beratung und Dienstleistung für Politik und Wirtschaft sind weitere wichtige Fähigkeiten, die das DLR im Schwerpunkt Verkehr einsetzen wird.

■ Deutschland ist eine hochentwickelte Industrienation mit gewachsenen F&E-Strukturen und vielen hoch-

## In Forschungs- netzwerken kooperieren

diese nationalen Strukturen in der Europäischen Union mit ähnlichen Strukturen der Nachbarländer vernetzt.

spezialisierten Kompetenzträgern. In zunehmendem Maße werden

Um in komplexen Aufgaben des Verkehrs oder der Verkehrs- und Fahrzeugtechnologien mit größtmöglicher Effizienz Fortschritte zu erzielen, ist es daher unzweifelhaft, dass dieses nur unter Einbeziehung aller vorhandenen Kräfte und Interessenvertreter möglich ist. Keine der Einrichtungen verfügt über das vollständige notwendige Know-how. Aus diesem Grunde ist eine Bündelung der Fähigkeiten erforderlich, wobei jeder der Partner seine Stärken einbringt und gleichzeitig seine eigenen Kompetenzen stärkt und weiter entwickelt.

Solche Netzwerke und Verbände bilden sich jedoch in der Regel nicht ohne äußeren Anstoß. Ein Grund für die Unterstützung des DLR-Schwerpunktes Verkehr durch das BMBF ist die Erwartung, dass das DLR als neutrale Forschungseinrichtung mit breitem ingenieurwissenschaftlichen Hintergrund die Funktion des Initiators, Organizers und Moderators neben der eigenen wissenschaftlichen Mitwirkung übernehmen kann, insbesondere für größere gesellschaftsrelevante, interdisziplinäre und interinstitutionelle Aufgabenstellungen. Atmosphärenwirkungen des Luftverkehrs („Schadstoffe in der Luftfahrt“) und „Leiser Verkehr“ sind jeweils Beispiele solcher weithin anerkannter Initiativen.

■ Insbesondere im Verkehr gewinnt die Europäisierung zunehmend an Bedeutung. Zwar ist der europäische grenzüberschreitende Verkehr in vielen Bereichen bereits zur

## Internationale Kooperation nutzen

täglichen Routine geworden, jedoch werden auch Beschränkungen und Behinderungen offenbar. Europäische Normen, Verfahren und Infrastrukturen sind notwendig, um die freie Personen- und Gütermobilität in Europa zu verbessern. Daher dürfen die ge-

planten Forschungsnetzwerke nicht auf den nationalen Rahmen beschränkt bleiben. Im Einverständnis mit den deutschen Partnern müssen Verbünde und Netzwerke unter maßgeblicher deutscher Mitwirkung auf europäischer Ebene angestrebt werden, wobei die Strukturen und Bedingungen der EU-Rahmenprogramme soweit wie möglich genutzt werden sollen.

Die Öffnung der mittel- und osteuropäischen Länder zum Westen führt zu einem Anstieg der Mobilitätsnachfrage und eröffnet neue Absatzmärkte auch im Verkehrssektor. Durch Beratung und Zusammenarbeit will das DLR die Interessen der deutschen Politik und Wirtschaft unterstützen. Wesentliche Fortschritte werden durch wissenschaftlichen Austausch und Kooperationen in konkreten Projekten mit führenden wissenschaftlichen Einrichtungen aus den USA, Kanada und Japan erwartet.

Hierdurch wird das DLR auch in die Lage versetzt, im Sinne einer Dienstleistung für Staat und Wirtschaft internationale Entwicklungen zu beobachten, deren Ergebnisse in die deutsche Entwicklung einzubringen und Erkenntnisse aus deutschen Programmen dort zu gemeinsamen Nutzen zu vertreten. Eine wichtige Aufgabe sieht das DLR auch in der Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern bei der Entwicklung neuer Verkehrssysteme.

■ Die Breite der Themenfelder und die Vielzahl der Problembereiche macht es erforderlich, sich auf einige Bereiche zu konzentrieren. Zunächst bieten sich dazu die Themen an, in denen das DLR auf

## Auf Leitthemen und Leitprojekte konzentrieren

Erfahrungen und Kompetenzen aus den etablierten drei Schwerpunkten aufbauen kann.

Daher will das DLR bedeutsame neue Arbeitsbereiche aufgreifen, um im Rahmen von Kooperationsprojekten und Verbänden die bestehenden Einrichtungen zu unterstützen sowie seiner Aufgabe der Politikberatung genügen zu können.

Einige solcher Leitthemen bzw. Leitprojekte wurden als Netzwerke mit unterschiedlichem Bearbeitungsstand bereits angestoßen oder sind in Vorbereitung wie z.B. zu Kapazitätsabschätzungen der Verkehrsinfrastruktur, zu Verkehrsdaten und -modellen, der Kopplung der Verkehrsströme zwischen Flughafen

und Umfeld, der Kopplung zwischen Stadt- und Verkehrsplanung, des Schiffsleichtsbaus, der computerunterstützten Fahrzeugentwicklung, des Verkehrslärms und seiner Wirkungen oder der Übermüdung und Sicherheit von Verkehrsteilnehmern.

## Ergebnisse zügig umsetzen

■ Gerade eine staatlich geförderte Forschungseinrichtung muss bestrebt sein, ihre wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse unmittelbar für Gesellschaft, Staat und Wirtschaft zur Verfügung zu

stellen. Durch die Arbeit in Netzwerken stehen die dort gemeinsam erworbenen Kenntnisse den Partnern direkt zur Verfügung.

Zudem wird das DLR die mit öffentlichen Mitteln erarbeiteten Forschungsergebnisse grundsätzlich veröffentlichen und sie gegebenenfalls über Patente und Lizenzen den Kunden zugänglich machen.

Dem schnellen Transfer dienen in besonderer Weise neben der Aus- und Weiterbildung junger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch mögliche Kooperationen in Industriepartnerschaften und gemeinsamen Teams.

Durch die Schaffung von Instrumenten zur Bewertung und Harmonisierung von technischen und infrastrukturellen Entwicklungen sollen den Entscheidungsträgern in Politik und Wirtschaft Werkzeuge an die Hand gegeben werden, Neuerungen schneller einzuführen und Entwicklungsrisiken zu verringern.

Gesamtsystemanalysen und Beiträge zu gesellschaftsrelevanten Fragestellungen sollen in einem permanenten Dialog interessenneutral in die Politikberatung einfließen.

Nicht zuletzt will das DLR in Abstimmung mit Politik und Wirtschaft die Öffentlichkeit über neue Erkenntnisse und Möglichkeiten informieren, um damit Vertrauen und Akzeptanz bei den betroffenen Verkehrsteilnehmern zu wecken oder zu erhöhen und somit die Umsetzung neuer Maßnahmen zu erleichtern.

Die inhaltliche Struktur sieht die zwei Programme Verkehrsforschung und Fahrzeug- und Verkehrstechnik vor. Sie sind jeweils unterteilt in die folgenden Teilprogramme.

Verkehrsforschung:

- ▶ Tendenzen in Mobilität und Verkehr
- ▶ Bewältigung des Verkehrswachstums
- ▶ Daten und Modelle.

Fahrzeug- und Verkehrstechnik:

- ▶ Fahrzeugentwurf und -bewertung
- ▶ Fahrerunterstützung
- ▶ Umwelt- und ressourcenschonende Fahrzeugtechnologien.

Inhalte und ihre Umsetzung sind zur Zeit Gegenstand der Beratung mit dem Sachverständigen-Beirat.

Bei Abschluss der BMBF-Anschubphase soll der Schwerpunkt einer externen Begutachtung unterzogen werden, um die Gesamtanlage des Schwerpunktes und die Ausrichtung der Einzelstrategien zu überprüfen. Diese Überprüfung ist für Anfang 2002 vorgesehen.

# Innovation

- Die komplexen globalen Strukturveränderungen der Umwelt stellen Unternehmen vor das Problem einer Neuorientierung ihrer Unternehmenspolitiken und -strategien, wollen sie sich den veränderten Anforderungen stellen. Neue Technologien wie Mikroprozessoren, Glasfaser-, Laser- oder Biotechnologie und neue Werkstoffe haben den technologischen Wandel des beginnenden 21. Jahrhunderts eingeleitet und damit ein neues Paradigma der industriellen Innovationen geschaffen.
- Unabdingbare Voraussetzung für die Teilnahme am technologischen Fortschritt ist Forschung und Entwicklung (F&E), die zum Schlüsselbegriff unternehmerischen innovativen Handelns in bestimmten Industrien wird.
- F&E-Aktivitäten sind darauf ausgerichtet, für neue und alte Probleme systematisch nach technisch verbesserten Lösungen zu suchen und diese Lösungen in die wirtschaftliche und industrielle Praxis umzusetzen.
- Je nach unternehmensbezogenen Potentialen und Absichten kann technologisches Wissen intern – durch eigene F&E-Abteilungen – gewonnen oder extern – über den Markt – bezogen werden (zum Beispiel über Forschungsunternehmen).
- Eng mit F&E ist der Transfer technologischen Wissens verbunden, d.h. der Informationsimport aus der technischen Umwelt des Unternehmens in die mit der technischen Realisierung von Ideen befassten Teams. Damit werden die Interdependenzen von F&E, Technologietransfer und Innovation deutlich.

Die allgemeine Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, aber auch gesamter Volkswirtschaften, wird in zunehmendem Maße durch das vorhandene Innovationspotential bestimmt. Eine Steigerung der Innovationskraft und die damit verbundene Verbreitung der F&E-Basis des jeweiligen Unternehmens ist vielfach aber aus eigener Kraft weder möglich noch wirtschaftlich sinnvoll.

Die Entwicklungen im Wettbewerbsumfeld von Unternehmen illustrieren einerseits die Notwendigkeit von Innovationspotenzialen als Voraussetzung wirtschaftlichen Wachstums, andererseits verdeutlichen sie auch, dass aufgrund steigender Risiken und größenspezifischer Nachteile ein Alleingang den strategischen Aktionsradius der Unternehmen begrenzt.

Daraus läßt sich ableiten, dass der Erfolg von Unternehmen, Branchen, Wirtschaftsregionen und ihre Teilhaber am wirtschaftlichen Umgestaltungsprozess nur durch einen verstärkten Einsatz kooperativer Vorgehensweisen gelöst werden kann.

In den folgenden Beispielen wird aufgezeigt, wie die Zusammenarbeit von Industrieunternehmen aber insbesondere auch KMU's mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt dazu beigetragen hat, neue Verfahrens- und Produkttechnologien zu realisieren und dadurch Handlungsmaxime als Antwort auf strukturelle Veränderungen der Umwelt geschaffen wurden.



■ In der Zusammenarbeit mit der Realtime Technology AG (RTT) München entwickelt das DLR für die BMW AG München ein optoelektronisches Interaktions-Tool für die

## Interaktion im „Virtual Showroom“

virtuelle Fahrzeugpräsentation. Damit soll den Kunden von Kfz-Händlern zukünftig im Virtual Showroom eine interaktive Produktionspräsentation angeboten werden. Am DLR-Institut für Robotik und Mechatronik in Oberpfaffenhofen wurde ein System entwickelt, das zur Steuerung der dreidimensionalen Darstellung von

Fahrzeugmodellen und anderen Produkten geeignet ist. Dabei wird die Lage und Orientierung eines vom Bediener gehaltenen Modellautos von einem 3D-Bildererkennungssystem erfasst und zur Steuerung des virtuellen Modells verwendet. Die Steuerung (das heisst Drehung und Verschiebung) der dargestellten Objekte ist so auf eine besonders einfache und intuitive Art möglich. RTT wird diese Technik gemeinsam mit dem DLR bis zur Serienreife weiterentwickeln und insbesondere für Anwendungen im Automobilbereich vermarkten. Das DLR-Institut für Robotik und Mechatronik in Oberpfaffenhofen soll hierzu die Funktionalität des Systems verbessern und eine kostenoptimierte Version entwickeln. RTT wird das System in einem Pilotprojekt bei BMW testen und das Gerät bis zu endgültigen Serienreife weiterentwickeln.

Das System soll zunächst im Bereich der Fahrzeugentwicklung und der Designvisualisierung eingesetzt und für virtuelle Händlerpräsentationen („Virtual Showroom“) verwendet werden. Auch Anwendungen zur Visualisierung im Bereich Architektur und Möbel sind geplant.

■ Um das Verhalten von Materialien beim Aufprall von Fahrzeugen zu testen, werden in sogenannten

## Faser- keramik- bremsen für Crash-Testanlagen

Crash-Testanlagen Zusammenstöße von Fahrzeugen simuliert. In den Testanlagen wird ein Schlitten von einer Hydraulik-

bremse mit einem exakt vorgegebenem Verzögerungsprofil abgebremst und so die Verzögerungskräfte bei einem Unfall simuliert. Damit die Versuche exakt reproduzierbar sind, dürfen die verwendeten Bremsbeläge keinerlei Verschleiß aufweisen. Dieser Forderung können gegenwärtig nur faserkeramische Beläge gerecht werden, die im DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung entwickelt werden.

Die Bremsbeläge aus Faserkeramik werden seit kurzer Zeit von der Firma Messring in den von ihr vertriebenen Bremsschlitten eingesetzt und vermarktet.

■ In der Projektgruppe Laserfluoreszenz wurde im Rahmen des Projektes LASFLEUR ein LIDAR (Laser Radar) zur Vegetationsuntersuchung mittels laser-induzierter Fluoreszenz entwickelt. Anwendungsgebiete des LIDAR sind Vegetationsfernerkundung, Untersuchung von Altlasten, Entwicklung neuer Fungi- und Herbizide sowie die Überwachung von Pflanzenbeständen.

Für den Einsatz in der Landwirtschaft wurde ein Stickstoffsensor als Prototyp zur Düngemitteldosierung entwickelt. Durch den Einsatz des Stickstoffsensors (MINIVEG) könnte zehn Prozent an Dünger eingespart werden. Bei 1,4 Milliarden DM pro Jahr,

## Düngemitteldosierung in der Landwirtschaft

die in Deutschland für Stickstoffdünger aufgewendet werden, könnten also 140 Millionen DM pro Jahr eingespart werden. Optimistische Schätzungen gehen sogar von einer 30-prozentigen Einsparung aus (420 Millionen DM pro Jahr). Ein weiterer Nutzen für den Landwirt ergibt sich aus der Ertragssteigerung, die mit dem Einsatz des Stickstoffsensors auf zehn Prozent geschätzt wird.

Kenngroßen, die auf Erfahrungswerte bzw. Schätzungen basieren. Die auf dem Markt eingeführten Standardsoftwareprodukte sind für die Lösung dieser äußerst komplexen Aufgabenstellungen ungeeignet.

Die im DLR entwickelte Planungssoftware wurde auf die spezifischen Kundenbedürfnisse in der Industrie angepasst. Dadurch lassen sich komplexe Planungs- und Optimierungsprobleme besser und schneller lösen, zusätzliche Einsparpotenziale in allen Industriebranchen erzielen und nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen steigern. Die Planungssoftware soll insbesondere in der Automobilindustrie in den Bereichen der Produktionsplanung, der Personaleinsatz- und Kapazitätsplanung, der Logistik, der Verkehrsplanung sowie beim Projektmanagement zur Verwendung kommen. Auch die Bauindustrie sowie Flughäfen sind am Einsatz dieser Planungssoftware interessiert.

## Software für die Planung und Optimierung von Produktions-, Logistik- und Geschäftsabläufen

■ Raumflugmissionen erfordern präzise Planungen für den Einsatz der Astronauten und den Einsatz technischer Systeme. Hierfür wurde ein DLR-Missionsplanungssystem entwickelt und beim Einsatz in zahlreichen Flügen seit der SPACELAB-Mission D-2 optimiert. Die Planung komplexer Abläufe ist auch in der Industrie nötig, so dass sich hier weitere Anwendungen ergeben.

Die Planung und Optimierung von ressourcenintensiven Produktions- und Arbeitsabläufen sowie von langfristigen Investitionsmaßnahmen in der Industrie erfolgt zum größten Teil noch durch Ermittlung von

■ Private und öffentliche Investoren suchen nach geeigneten Methoden und Verfahren, um ihre Investitionsentscheidung abzusichern. Der Bedarf nach einem ausgefeil-

## **InnoGuide** ein Bewertungssystem für Innovationen

ten Bewertungssystem, das neue Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung (F&E) auch in den frühen Phasen beurteilt, ist offensichtlich. InnoGuide ist vom DLR, der InnoStrat GmbH, Selb/Bayern, und dem Institut für Internationales Innovationsmanagement an

der Universität Bern entwickelt worden, um als Bewertungsverfahren für Innovationen mehr Sicherheit bei Entscheidungen für den dynamischen Innovationsmarkt zu schaffen.

Die dazu entwickelte Software liefert u.a. eine aussagekräftige Bewertung des Markterfolgspotenzials von Innovationen.

Die Innovationsprojekte durchlaufen im InnoGuide drei Stufen. Im PreScreening werden Mach- und Umsetzbarkeit einer Innovation anhand von Muss- und Soll-Kriterien ermittelt. Als Voraussetzung für diese Prüfphase müssen eine Projektskizze und eine grobe Markteinschätzung vorliegen.

Das Screening beurteilt anschließend das Markterfolgspotenzial anhand von acht branchenunabhängigen Kriteriengruppen – eingeschätzt von Experten im Hinblick auf Märkte und Kundennutzen.

Schließlich wird in Stufe drei das Innovation Management System (IMS) eingesetzt. Neben der Erfassung möglicher Projektvarianten in verallgemeinerten Entscheidungsnetzen kommen Risikoanalysen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen eine hohe Bedeutung zu. Hierbei können auch Stakeholderanalysen in die Überlegungen eingehen.

InnoGuide unterstützt als leistungsfähiges Werkzeug neben der Beurteilung einzelner Projekte auch die Erstellung von Projektportfolios und die Ableitung von Technologie- und Geschäftsfeldstrategien. Mit InnoGuide ist somit ein Instrument geschaffen worden, das sich flexibel an die unterschiedlichen Problemstellungen anpasst und einen effizienten Ablauf des Bewertungsprozesses ermöglicht.

## DLR-Wissenschaftspreis 1999

Der DLR-Wissenschaftspreis, der alljährlich für herausragende wissenschaftliche und technische Arbeiten vornehmlich jüngerer Mitarbeiter vergeben wird, ging an zwei einzelne Wissenschaftler sowie an ein Forscherteam:

■ **Dr. Karin Haese**, Institut für Flugführung, wurde ausgezeichnet für das von ihr entwickelte Verfahren zur Steuerung der Lernvorgänge neuronaler Netze.

■ **Dr. Wolfgang Zeitler**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung (jetzt Z/I Imaging GmbH, Oberkochen), hat sich mit mathematischen Aspekten der Kartographie des Planeten Mars beschäftigt.

■ **Dr. Christian Feigl** und **Dr. Hartmut Höller**, Institut für Physik der Atmosphäre, lieferten einen Beitrag zu einem aktuellen Umweltproblem: In-Situ-Messungen in elektrisch aktiven Gewittern in Europa dienen der Bestimmung der regionalen und globalen Freisetzung von Stickoxiden durch Blitze.

## DLR-Seniorwissenschaftler 1999

■ Den Titel „Seniorwissenschaftler“, der ganz wenigen Kandidaten von ausgesuchter fachlicher Exzellenz vorbehalten ist, hat Herr **Dr. Andras Varga**, Institut für Robotik und Mechatronik, erhalten. Die Ehrung wurde ihm für seine Leistungen auf dem Gebiet der Regelungstechnik zuteil. Dr. Varga zählt laut internationalen Gutachten zu den weltweit führenden Wissenschaftlern auf dem Feld der numerischen Analyse und Synthese linearer Regelungssysteme sowie der Entwicklung zugehöriger Software.

## DLR-Forschungssemester 1999

Mit der Finanzierung eines Forschungssemesters wurden die Leistungen folgender Wissenschaftler honoriert:

■ **Dr. Claudio Dalle Donne**, Institut für Werkstoff-Forschung, **Dr. Ralf Heinrich**, Institut für Entwurfsaerodynamik, **Dr. Heidi Huntrieser**, Institut für Physik der Atmosphäre, sowie **Dr. Ralf Jaumann**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung.

## Auszeichnungen durch die Gesellschaft von Freunden des DLR

■ **Hugo-Denkmeier-Preis**  
Der mit 3.000 DM dotierte diesjährige Hugo-Denkmeier-Preis geht an Herrn **Dr. Thomas Rister**, geboren 18.6.1970, der am 27.1.1998 im Alter von 27 Jahren seine Promotion über „Grobstruktur-Simulation schwach kompressibler turbulenter Freistrahlen“ mit Auszeichnung abgeschlossen hat.

Ausgezeichnet wurde des weiteren Herr **Dr. Carsten Stöcker**, geboren 18.5.1973, der am 3.12.1999 im Alter von 26 Jahren seine Promotion über „Gerichtete monotektische Erstarrung“ mit Auszeichnung abgeschlossen hat.

■ **Otto-Lilienthal-Forschungssemester**

Das mit 12.000 DM dotierte Otto-Lilienthal-Forschungssemester geht in diesem Jahr an Herrn **Dr. Ralph Voß** für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Entwicklung instationärer CFD-Verfahren beim High-Performance-Computing für die numerische aeroelastische Simulation. In den Jahren 1984 und 1987 hat er als DLR-Experte für instationäre Transsonik an Workshops in China teilgenommen sowie 1992 und 1997 verschiedene Vortragsreisen nach China und Japan unternommen. Herr Dr. Voß beabsichtigt einen Forschungsaufenthalt beim NASA-Langley Research Center, das auf dem Gebiet der CFD-Verfahrensentwicklung eine Spitzenposition einnimmt, um dort zusammen mit den NASA-Wissenschaftlern u. a. im Transsonikwindkanal diverse Experimente durchzuführen.

Ausgezeichnet wurde des weiteren Herr **Dr. Robert Sausen** für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Simulation der langfristigen Klimaentwicklung in Wechselwirkung mit der Chemie der Atmosphäre. Herr Dr. Sausen beabsichtigt einen Forschungsaufenthalt beim National Center for Atmospheric Research (NCAR) in Boulder, Co./USA und beim Lawrence Livermore National Laboratory in Livermore, Ca./USA zum Forschungsthema: Klimaantwort auf nicht homogen verteilte Antriebe. Beide Zentren sind in den USA führend in der Klimaforschung.

■ **Walther-Blohm-Industriepreis**  
Der mit 6.000 DM dotierte Walther-Blohm-Industriepreis geht anteilig zu je 3.000 DM an Herrn **Dipl.-Ing. Uwe Reisch**, DLR-Institut für Entwurfsaerodynamik, Braunschweig, und Frau **Dipl.-Ing. Rosemarie Meuer**, TZN Forschungs- und Entwicklungszentrum Unterlüß GmbH für die vorbildliche Zusammenarbeit zwischen DLR und Industrie, unter Einhaltung des vorgegebenen Termin- und Kostenrahmens, mit gutem wissenschaftlichen Ergebnis, auf dem Gebiet der Entwicklung und Anwendung von numerischen Strömungssimulationen zum Entwurf von Fluidikelementen an Flugkörpern.

■ **Fritz-Rudolf-Preis**  
Der mit einer Gesamthöhe von 6.000 DM dotierte Fritz-Rudolf-Preis geht anteilig an die Herren **Karsten Beneke** und **Dr. Kai-Uwe Schrogl** für ihre Arbeiten beim Prozess der Konsensbildung der Formulierung und Gestaltung der Ziele und Strategien des DLR. Insgesamt lagen dem Vorstand zwei Vorschläge vor.

■ **Innovationspreis**  
Der von dem vormaligen DLR-Vorstandsmitglied Prof. Herziger initiierte Innovationspreis wird mit jeweils 6.000 DM den Herren **Dr. Volker Tank** und **Dr. Peter Haschberger** für den „DLR-Wildretter“ zugesprochen, der zwischenzeitlich in über zweihundert Fällen vertrieben werden konnte. Der Vorschlag wurde aus insgesamt sieben vorgelegten Projekten aufgrund seiner Originalität und des Praxisbezugs ausgewählt.

■ **Teampreis**  
Der mit 15.000 DM dotierte Teampreis geht anteilig zu je 3.000 DM an Herrn **Hans-Peter Breuer**, Herrn **Dr. Helmut Martini**, Herrn **Dr. Horst Blume**, Frau **Gabriele Stöcker-Decker** und Herrn **Klaus Dawid** für ihre herausragenden Leistungen im Projektteam Telearbeit im Mittelstand. Aufgrund der anerkannten Managementleistungen des Projektteams konnten Anschlußvorhaben für das DLR akquiriert werden, unter anderem das Vorhaben „Datensichere Telearbeit im Mittelstand“. Das Team wurde bereits 1998 anlässlich des „European Telearbeit Award 1998“ (Veranstaltung der Europäischen Kommission) mit dem zweiten, allerdings undotierten, Preis ausgezeichnet.

## Auszeichnungen und Preise

■ **Dr. Herwig Assler**, Institut für Werkstoff-Forschung, erhielt für seine herausragende Promotionsarbeit im Juli 2000 die Borchers-Medaille der RWTH Aachen.

■ **Jae Seung Chun**, Gastwissenschaftler aus Korea bei der Arbeitsgruppe Systemanalyse Raumtransport, hat für seine beim DLR in Köln angefertigte Arbeit als Teil der „Master of Space Studies“ bei der International Space University in Straßburg die höchstmögliche Bewertung erhalten.

■ **Sylvia Daiqui**, Leiterin des Software Engineering Labor-Testzentrum des DLR, wurde in das Advisor Board der Quality Week Europe berufen, das Arbeiten im Bereich Software Testing begutachtet.

■ **Dr. Martin Dameris**, Institut für Physik der Atmosphäre, hat sich an der Ludwig-Maximilians-Universität für das Fachgebiet „Meteorologie“ habilitiert, ihm wurde die *venia legendi* und der Titel Privatdozent verliehen.

■ **Dr. Martin Dameris**, Institut für Physik der Atmosphäre, wurde von der Académie Royale des Sciences de Belgique mit dem Prix Baron Nicolas ausgezeichnet. Der Preis von 60.000 Francs wurde Herrn Dr. Dameris für „seine zahlreichen Originalarbeiten im Forschungsgebiet der Auswirkungen des Menschen auf die Atmosphäre“ verliehen.

■ **Dipl.-Physiker Marco Delbo**, Doktorand im Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, erhielt einen DPS Travel Grant (DPS – Division of Planetary Sciences of the American Astronomical Society) für seinen Beitrag, der für die Jahrestagung 2000 der DPS eingereicht und als führendes Forschungsergebnis eingeschätzt wurde. Herr Delbo erhielt einen weiteren Travel Grant für den Besuch der Nationalen Herbstschule für astronomische Techniken für Doktoranden in Neapel

■ **Dipl.-Math. Dagmar Einert**, wurde zur Vorsitzenden des Arbeitskreises Informationstechnik der Berufsakademie Mannheim gewählt.

■ **Dr. Rolf Erdmann** aus dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin erhielt für seine Promotionsarbeit über „Nicht-invasive Bestimmung des Herzschlagvolumens mittels Impedanzkardiographie und Acetylenrückatmung in Abhängigkeit exogener Einflußfaktoren“ den Wissenschaftspreis der Deutschen Akademie für Flugmedizin 1999.

■ Zu Ehren von **Dr. Anders Erikson**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, wurde ein Asteroid benannt. Er heißt „(7813) Anderserikson = 1985 UF3“.

■ **Dipl.-Phys. Thorsten Fehr**, Institut für Physik der Atmosphäre, promovierte am 9.6.00 an der Ludwigs-Maximilians-Universität in München mit einer Dissertation über das Thema: Mesoskalige Modellierung der Produktion und des dreidimensionalen Transports durch Gewitter.

■ **Prof. Dr. Berndt Feuerbacher** wurde zum Vorsitzenden des International Program Committee der International Astronautical federation ernannt.

■ **Dr. Edeltraud Gehrig**, Institut für Technische Physik, Arbeitsgruppe Theoretische Quantenelektronik, erhielt eine Auszeichnung für ihre Promotionsarbeit über das Thema „Raumzeitliche Dynamik von Hochleistungshalbleiterlasern unter kohärenter Strahlungsinjektion“.

■ **Prof. Dr. Rupert Gerzer**, Leiter des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin, wurde für 1999 bis 2001 zum Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin gewählt.

■ **Dr. K. Gierens**, Institut für Physik der Atmosphäre, und **Dr. Ralf Sussmann**, Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen, wurde der Förderpreis des Vereins der Freunde und Förderer des Instituts für Atmosphärische Umweltforschung (VFF-IFU) e. V. (verbunden mit einem Geldpreis) verliehen.

■ **Prof. Dr. Levent Güvenc**, Istanbul Technical University, hat ein Forschungsstipendium der Alexander-von-Humboldt-Stiftung erhalten. Er wird für ein Jahr am Institut für Robotik und Mechatronik an Forschungsaufgaben der robusten Regelung mitarbeiten.

■ **Prof. Dr. Hans Hamacher** wurde zum korrespondierenden Mitglied der International Academy of Astronautics berufen.

■ Zu Ehren von **Dr. Alan William Harris**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, der Techniken entwickelte und verbesserte, um aus radiometrischen Beobachtungen an Kleinplaneten (near-earth-objects) auf Durchmesser und Albedo schließen zu können, wurde auf der ACM99 (Konferenz „Asteroids, Comets and Meteors“, ausgerichtet von der IAU) ein kürzlich entdeckter Asteroid benannt. Er heißt „(7737) Sirrah = 1981 VU“. Zu beachten ist die ungewöhnliche Abänderung: der Name wird rückwärts geschrieben, um ihn von einem anderen Astronomen Harris mit exakt dem gleichen Namen unterscheiden zu können.

■ **Dr. Martina Heer** aus dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin hat mit Ihrer Arbeit über: „High dietary sodium chloride consumption may not induce body fluid retention in humans“ den Forschungspreis des DLR 2000 gewonnen.

■ **Dr. Hanno Heller**, Institut für Entwurfsaerodynamik, wurde zum „Fellow of the International Institute of Acoustics and Vibration“ (IIAV) ernannt. Darüber hinaus war Dr. Heller „General Chairman“ des „7th International Congress on Sound and Vibration“, welcher mit Teilnehmern aus 54 Ländern unlängst in Garmisch-Partenkirchen stattfand.

■ **Dr. Christina Hellweg** aus dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin hat während des Kongresses „Medizin und Mobilität“ 1999 mit ihrer Präsentation über „Aus der Tiefe der Ozeane: Grün fluoreszierendes Protein (GFP) der Qualle A. victoria in Biosensoren für UV-Strahlung“ den Posterpreis des Kongresses gewonnen.

■ **Prof. Dr. D. Herlach** wurde zum Koordinator des DFG Schwerpunktprogrammes „Phasenumwandlungen in mehrkomponentigen Schmelzen“ ernannt. Des weiteren wurde er zum Mitglied des Vorstandsrates der DPG berufen und zum Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft Metallphysik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft gewählt. Damit ist dieses Ehrenamt erstmals mit einem Mitarbeiter des DLR besetzt.

■ **Prof. Dr. Ortwin Hess**, Leiter der Arbeitsgruppe Theoretische Quantenelektronik am Institut für Technische Physik, erhielt einen Ruf für eine Gastprofessur für Theoretische Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

■ **Dipl.-Ing. Heinz Hoheisel**, vorm. Institut für Entwurfsaerodynamik, ist von der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel zum Honorarprofessor ernannt worden.

■ **Dr. Ravindra Jategaonkar**, Institut für Flugsystemtechnik, ist vom American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) zum Technical Program Co-Chairman für die Atmospheric Flight Mechanics-Konferenz in Denver ernannt worden.

■ Privatdozent **Dr. habil. Bernd Kärcher**, Institut für Physik der Atmosphäre, hat sich im Februar 2000 von der Universität Heidelberg zur Ludwig-Maximilians-Universität für das Fachgebiet Theoretische Physik umhabilitiert.

■ **Dipl.-Met. Christian Keil**, Institut für Physik der Atmosphäre, promovierte am 19.5.00 an der Ludwigs-Maximilians-Universität in München, mit einer Dissertation über das Thema Numerische Simulation von Starkniederschlagsereignissen mit mesoskaligen Wettervorhersagemodellen.

■ **Dipl.-Phys. Michael Kordt**, Institut für Robotik und Mechatronik, hat mit seiner Arbeit „Modellreduktion zur nichtlinearen Reglersynthese - Verfahrens- und CAE-Werkzeugentwicklung“ mit „Summa cum laude“ an der Universität Bremen promoviert.

■ **Prof. Dr. Wolfgang Koschel** nahm stellvertretend für das Ariane-4-Team des DLR-Lampoldshausen die Wernher-von-Braun-Ehrung des Vorstands der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal-Oberth e. V. (DGLR) in Form einer Urkunde und einer Ehrennadel entgegen. Geehrt wurden 7 Teams der deutschen Industrie und das Team des DLR Lampoldshausen, die an der Entwicklung der Ariane 4 beteiligt waren.

■ **Prof. Dr. Walter Kröll**, Vorstandsvorsitzender des DLR, wurde von der Confederation of European Aerospace Societies (CEAS) mit dem „CEAS-Award“ geehrt. Mit dem Award werden „herausragende Beiträge zum Fortschritt der Luft- und Raumfahrt in Europa“ ebenso gewürdigt wie „herausragende

Beiträge zur Konsolidierung der europäischen Luft- und Raumfahrtforschung und -entwicklung, die zur Gründung von EREA geführt haben“.

■ **Dr. Friedrich Kühne**, Direktor des Instituts für Kommunikation und Navigation, wurde in den Vorstand der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE gewählt.

■ **Dr. Erich Lutz**, Leiter der Organisationseinheit Digitale Netze im Institut für Kommunikation und Navigation, erhielt einen Ruf (C4) an die Universität-Gesamthochschule Paderborn.

■ **Dr. Dietrich Manzey**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, hat sich am Fachbereich Psychologie der Philipps-Universität Marburg habilitiert. Das Thema der Habilitationsschrift lautet: „Psychological Aspects of Manned Spaceflight: Effects on Human Cognitive, Psychomotor, and Attentional Process“.

■ **Dr. Wolfgang Mayer**, Raumfahrtantriebe, folgte einer Einladung für ein Semester eine Gastprofessur an der Pennsylvania State University wahrzunehmen. Er vertrat dort das Fach „Rocket Propulsion“ und beschäftigte sich wissenschaftlich mit dem Thema transkritische Treibstoffinjektion.

■ **Dr. Alberto Moreira**, Leiter der Abteilung SAR-Technologie am Institut für Hochfrequenztechnik, wurde mit dem Fred Nathanson Memorial Award als IEEE Young Radar Engineer of the Year 1999 ausgezeichnet. Der Preis wurde von IEEE Aerospace and Electronic Systems Society, Radar Systems Panel, während der

Radar-Konferenz in Boston, USA, mit dem Zitat „For the Advancement of High Resolution Synthetic Aperture Radars and Associated Image Processing“ verliehen. Außerdem wurde Herr Dr. Moreira für zwei Jahre in das AdCom (Administrative Committee) der IEEE GRSS (Geoscience and Remote Sensing Society) gewählt.

■ **Dr. habil. Karl Nachtigall**, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Flugführung, erhielt einen Ruf an die TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaft „Friedrich List“.

■ **Prof. Dr. habil. Gerhard Neukum**, Direktor des Instituts für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, wurde 1999 auf der 71. Sitzung des FKPE einstimmig zum Mitglied des „Forschungskollegiums Physik des Erdkörpers e. V.“ (FKPE) gewählt.

■ **Dr. Hans-Günther Nüßer**, vormals Leiter der Verkehrsforschung in Köln-Porz, ist von der RWTH Aachen zum Honorarprofessor ernannt worden.

■ **Dr. Jürgen Oberst** bekam das DLR-Forschungssemester 2000 zuerkannt.

■ Im Januar 1999 hat die Auszubildende **Tina Pfeiffer** vorzeitig ihre Prüfung als Bürokauffrau bei der IHK Braunschweig abgelegt, die sie mit der Note „sehr gut“ bestanden hat. Hierfür wurde sie von der IHK Braunschweig ausgezeichnet und das DLR erhielt eine Urkunde für „besondere Verdienste für die Berufsausbildung im Jahre 1999“.

■ **Dr. Rene Pischel**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, erhielt den DGLR Lecture-ship Award 1999.

■ **Dr. Christoph Rapp**, Leiter der Organisationseinheit Übertragungstechnik wurde zum Professor für Übertragungstechnik an die Fachhochschule München berufen.

■ **Prof. Dr. Lorenz Ratke** wurde zum korrespondierenden Mitglied der Intentional Academy of Astronautics berufen.

■ **Dipl.-Ing. Andreas Reigber**, Doktorand im Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme wurde mit dem Student Best Paper Award für den Beitrag „SAR Tomography and Interferometry for the Remote Sensing of Forested Terrain“ während der EUSAR-Konferenz, Mai 2000 in München ausgezeichnet.

■ **Dipl.-Phys. Bode Reimann**, Institut für Strömungsmechanik, hat für seine Diplomarbeit „Zeitaufgelöste Strömungssichtbarmachung von Stoss-Stoss-Wechselwirkungen in Hochenthalpieströmungen“ den ZARM-Förderpreis 1999 erhalten.

■ **Dr. Julius C. Rotta**, Institut für Strömungsmechanik, wurde am 18.09.2000 der Ludwig-Prandtl-Ring der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal-Oberth e. V. (DGLR) verliehen.

■ **Dr. Gabbita Sarma**, Institut für Strömungsmechanik, wurde 1999 zum Adjunct Professor im Aerospace Department am von Karman Institut for Fluid Dynamics, Rhode-Saint-Genese/Belgien ernannt.

■ **Dr. habil. Robert Sausen**, Institut für Physik der Atmosphäre, wurde im August 2000 von der Ludwig-Maximilians-Universität München die Bezeichnung „außerplanmäßiger Professor“ verliehen.

■ **Dipl.-Ing. Ralf Schäfer**, Solare Energietechnik wurde vom VDI (Bezirk Lahn-Dill-Kreis) für seine Diplomarbeit „Aufbau und Inbetriebnahme eines Miniplant Aerosol-Receiver-Reaktors zur solaren Spaltung von Abfallschwefelsäure“ mit dem Paul-Kling-Preis ausgezeichnet.

■ **Prof. Dr. habil. Hartmut Schneider**, Institut für Werkstoff-Forschung, wurde im Januar 2000 für seine Arbeiten im Bereich der Mullitkeramiken und der Oxid/Oxid-Verbundwerkstoffe zum Fellow der American Ceramic Society ernannt.

■ **Dr. Kai-Uwe Schrogl**, Leiter Strategieentwicklung, wurde zum Vorsitzenden der alle 61 Mitgliedsstaaten des UN-Weltraumausschusses umfassenden Arbeitsgruppe zur Überprüfung des völkerrechtlichen Konzepts des „Startstaats“ gewählt.

■ **Dr. Uwe Schulz**, Institut für Werkstoff-Forschung, wurde für das Jahr 2000 aufgrund seiner hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Wärmedämmschichten sowohl mit einem DLR-Forschungssemester als auch dem DLR-Wissenschaftspreis 2000 ausgezeichnet.

■ **Prof. Dr. habil. Ulrich Schumann**, Direktor des Instituts für Physik der Atmosphäre, wurde im März 1999 vom Bundesverkehrsminister zum Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates des Deutschen Wetterdienstes, im April 1999 vom Weltklimaforschungsprogramm (WCRP) zum Mitglied der wissenschaftlichen Steuergruppe des „Global Energy and Water Cycle Experiments“ und im April vom BMBF zum Mitglied des Wissenschaftlichen Lenkungsausschuss für das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) berufen.

■ **Dr. Carsten Stöcker** erhielt die Borchers Medaille der RWTH Aachen.

■ **Dr. Vassillos Theofilis**, Institut für Strömungsmechanik, wurde im April 2000 von der Cranfield University, England, zum „Visiting Professor“ ernannt.

■ **Dr. Maik Tiedemann**, Institut für Strömungsmechanik, erhielt den DLR Wissenschaftspreis 2000.

■ **Dipl.-Ing. Lars Töben**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, hat für seine Diplomarbeit „Miniaturisierung und Optimierung eines lasermagnetischen Resonanzspektrums zur Messung atmosphärischer Spurengase“ den ZARM-Förderpreis 1999 erhalten.

■ **Dr. Andras Varga**, Institut für Robotik und Mechatronik, wurde vom IEEE Control System Society's Board of Governors zum Chairman des Technical Committee on Computer Aided Control System Design ernannt.

■ **Dr. Uwe Völckers**, Direktor des Instituts für Flugführung, wurde zum Commissioner der Performance Review Commission (PRC) der EUROCONTROL ernannt. Des weiteren wurde Herr Völckers zum Vorsitzenden des Sicherheitsbeirates Flugsicherung (SBF) beim Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) berufen.

■ **Dr. Berend G. van der Wall**, Institut für Flugsystemtechnik, schloss seine Promotion an der Technischen Universität Braunschweig „mit Auszeichnung“ ab.



■ **Dr. Rainer Willnecker** wurde zum Chairman des IAF Symposiums „Facilities and Operations of Microgravity Experiments“ ernannt.

■ **Bernhard Küsters** und **Heinz-Adolph Schreiber**, Institut für Antriebstechnik, erhielten gemeinsam mit **Dr. Ulf Köller** und **Dr. Reinhard Mönig** (Siemens/KWU) den 1999 Best Paper Award der American Society of Mechanical Engineers, die auf dem International Gas Turbine & Aeroengine Congress in Indianapolis unter dem Titel „Development of Advanced Compressor airfoils for Heavy-Duty Gas Turbines“ vorgetragen worden sind.

■ **Dr. Tilman Bunte** (Vortragender), **Prof. Jürgen Ackermann** und **Dirk Odenthal** erhielten den „Best Paper Award“ in Automotive Mechatronics Design and Engineering beim 32nd International Symposium on Automotive Technology and Automation (ISATA) in Wien, 1999. Ausgezeichnet wurde die Arbeit „Advantages of active steering for vehicle dynamics control“.

■ **Dipl.-Ing. Klaus Gwinner**, **Dipl.-Geologe Ernst Hauber**, **Dipl.-Kartographin Andrea Hoffmann**, **Dipl.-Ing. Frank Scholten**, **Dr. Ralf Jaumann**, **Prof. Dr. habil. Gerhard Neukum**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, erhielten für ihre Abhandlung „The HRSC-A Experiment on High Resolution Multispectral Imaging and DEM Generation at the Aeolian Islands“ auf der 13th International Conference on Applied Geologic Remote Sensing in Vancouver (Kanada) den „Best of Session Award“.

■ **Dr. Hermann Mannstein**, **Dr. Peter Wendling**, und **Dr. Richard Meyer**, Institut für Physik der Atmosphäre, wurden am 13.09.2000 in Leicester, England, von der „Remote Sensing Society“ mit dem „Len-Curtis European Award“ für die Veröffentlichung „Operational detection of contrails from NOAA-AVHRR data“ im International Journal of Remote Sensing, Vol. 20 (1999), 1641-1660, ausgezeichnet. Die Auszeichnung ist mit einem Geldpreis verbunden.

■ **Dipl.-Phys. Gorazd Poberaj**, Lidargruppe, Institut für Physik der Atmosphäre, wurde im Juni dieses Jahres auf der 20. Internationalen Laser Radar Konferenz (ILRC) im Juli 2000 der INABA-Preis verliehen. Die ILRC findet alle zwei Jahre statt und ist weltweit die bedeutendste Konferenz auf dem Gebiet der LIDAR-Fernerkundung. Der INABA-Preis wird im zweijährigen Turnus einem Nachwuchswissenschaftler unter vierzig Jahren aufgrund des besten Konferenzbeitrags verliehen. Gorazd Poberaj erhielt diesen Preis verbunden mit einem Dollar-Scheck für seine herausragenden Arbeiten auf dem Gebiet der flugzeuggetragenen Wasserdampf Differential-Absorptions-Lidar Messungen.

■ **Dr. Christian Sattler**, **Dipl.-Ing. Franz-Josef Müller**, **Dr. Klaus-Jürgen Riffelmann**, **Dr. Jürgen Ortner**, **Dr. Karl-Heinz Funken**, Solare Energietechnik, wurden von der Solar Energy Division of the American Society of Mechanical Engineers für den Artikel „Economic Evaluation and Comparison of the Industrial Photosynthesis of Caprolactam Via Solar or Lamp Operated Photooxidation of Cyclohexane“ mit dem 1999 Best Paper Award Solar Chemistry ausgezeichnet.

■ **Dipl.-Ing. Franz Wewel**, **Dipl.-Ing. Frank Scholten**, **Dipl.-Ing. Klaus Gwinner**, **Dipl.-Geologe Tilman Bucher**, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, erhielten für ihren Beitrag „High Resolution Stereo Camera (HRSC) – Multispectral 3D-Data Acquisition and Photogrammetric Data Processing“ drei Ehrungen auf der 4th International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition im Juni 1999 in Ottawa (Kanada). Neben dem zweifachen „Best of Session Award“ für die Darstellung als Poster und als Vortrag wurde aus über 250 Poster-Präsentationen der „Best of Conference Poster Award“ für den DLR-Beitrag vergeben.

## Institute und Einrichtungen

<b>Institutscluster Aerodynamik und Strömungstechnik:</b>	Flugbetriebe;
Institut für Entwurf-aerodynamik;	Institut für Flugführung;
Institut für Strömungsmechanik;	Institut für Flugsystemtechnik;
Windkanäle.	Informationsdienste;
	Informations- und Kommunikationstechnik;
<b>Institutscluster Angewandte Fernerkundung:</b>	Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin;
Deutsches Fern- erkundungsdatenzentrum;	Institut für Physik der Atmosphäre;
Institut für Methodik der Fernerkundung.	Qualitäts- und Produktsicherung;
	Raumflugbetrieb und Astronautentraining;
<b>Institutscluster Antriebs- und Verbrennungstechnik:</b>	Institut für Raumsimulation;
Institut für Antriebstechnik;	Institut für Robotik und Mechatronik;
Raumfahrtantriebe;	Simulations- und Softwaretechnik;
Institut für Verbrennungstechnik.	Solare Energietechnik / Plataforma Solar de Almería;
<b>Institutscluster Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik:</b>	Institut für Technische Physik;
Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme;	Institut für Technische Thermodynamik;
Institut für Kommunikation und Navigation.	Institut für Verkehrsforschung und Fahrzeugsteuerung;
<b>Institutscluster Werkstoffe und Strukturen:</b>	Institut für Weltraum- sensorik und Planeten- erkundung.
Institut für Aeroelastik;	
Institut für Bauweisen- und Konstruktions- forschung;	
Institut für Strukturmechanik;	
Institut für Werkstoff-Forschung.	

## Standorte

**Berlin-Adlershof**  
Rutherfordstraße 2  
12489 Berlin  
Tel. (0 30) 6 70 55-0

**Bonn-Oberkassel**  
Postfach 300364  
53183 Bonn  
Hausadresse:  
Königswinterer Straße  
522 – 524  
53227 Bonn  
Tel. (02 28) 4 47-0

**Braunschweig**  
Postfach 3267  
38022 Braunschweig  
Hausadresse:  
Lilienthalplatz 7  
38108 Braunschweig  
Tel. (05 31) 2 95-0

**Göttingen**  
Bunsenstraße 10  
37073 Göttingen  
Tel. (05 51) 7 09-0

**Köln-Porz**  
51170 Köln  
Hausadresse:  
Porz-Wahnheide  
Linder Höhe  
51147 Köln  
Tel. (0 22 03) 6 01-0

**Lampoldshausen**  
74239 Hardthausen  
Tel. (0 62 98) 28-0

**Oberpfaffenhofen**  
Postfach 1116  
82230 Weßling  
Hausadresse:  
Oberpfaffenhofen  
82234 Weßling  
Tel. (0 81 53) 28-0

**Stuttgart**  
Postfach 800320  
70503 Stuttgart  
Hausadresse:  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart  
Tel. (07 11) 68 62-0

## Verbindungs- büros im Ausland

Bureau de Paris  
17, Avenue de Saxe  
F-75007 Paris  
Tel. (00 33-1) 42 19 94 26

Washington Office  
1627 Eye Street, N.W.  
Suite # 540  
Washington, D.C.  
20006-4020  
Tel. (0 01-2 02) 785 44 11

Büro Brüssel  
Rue du Commerce 31  
1000 Bruxelles  
Tel. (0 03 22) 500 57 81

## Beteiligungs- gesellschaften des DLR

DNW –  
Deutsch-Niederländischer  
Windkanal  
Postbus 175  
NL-8300 AD Emmeloord  
Tel. (00 31-52 7) 24 85 55

ETW –  
European Transonic  
Windtunnel GmbH  
Ernst-Mach-Straße  
51147 Köln  
Tel. (0 22 03) 6 09-01

ZFB –  
Zentrum für Flug-  
simulation Berlin GmbH  
Marchstr. 12  
10587 Berlin  
Tel. (0 30) 315 90 40

ZSW –  
Zentrum für Sonnen-  
energie- und Wasserstoff-  
Forschung  
Heßbrühlstr. 21 c  
70565 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 78 70-0

Europäische Akademie  
zur Erforschung von  
Folgen wissenschaftlich-  
technischer Entwick-  
lungen Bad Neuenahr  
GmbH  
Wilhelmstr. 56  
53474 Bad Neuenahr-  
Ahrweiler  
Tel.: (0 26 41) 9 73-3 00

**Die Mitgliederversammlung** hat u.a. folgende Aufgaben: Entgegennahme des vom Vorstand zu erstattenden Jahresberichts, Prüfung und Genehmigung der vom Vorstand vorgelegten Jahresrechnung, Entlastung von Vorstand und Senat, Beschlussfassung über Satzungsänderungen und über Festsetzung der Mitgliederbeiträge des Vereins sowie Wahl der Senatsmitglieder. Das DLR hatte im Jahr 2000 (Stand 25. 09. 2000) neben Ehrenmitgliedern, Wissenschaftlichen Mitgliedern und Mitgliedern von Amts wegen 64 Fördernde Mitglieder.

■ Ehrenmitglieder

Prof. Dr. rer. nat.  
Reimar Lüst, Hamburg

Ministerpräsident a.D.  
Dr. jur. Franz Meyers,  
Mönchengladbach

Jean Sollier,  
Rueil-Malmaison/  
Frankreich

Prof. Dr.-Ing.  
Gerhard Zeidler,  
Stuttgart

■ Fördernde Mitglieder

*(Öffentlich-rechtliche Körperschaften, die jährlich wiederkehrende Zuwendungen von mindestens DM 100 000,- 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 Senator für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Berlin

Land Niedersachsen, vertreten durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Hannover

Land Nordrhein-Westfalen, vertreten durch den Minister für Schule, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

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

ABB Technikdienste und Logistik GmbH, München

AERODATA Flugmeßtechnik GmbH, Braunschweig

AERO-SENSING Radarsysteme GmbH, Weßling

AOPA-Germany, Verband der Allgemeinen Luftfahrt e.V., Egelsbach

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e.V., Stuttgart

AUDI AG, Ingolstadt

Dipl.-Ing. Werner Blohm, Hamburg

Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH, Überlingen

Robert Bosch GmbH, Hildesheim

Bosch Telecom GmbH, Backnang

Stadt Braunschweig, Braunschweig

Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V., Bonn-Bad Godesberg

CAE Elektronik GmbH, Stolberg

Carl-Cranz-Gesellschaft e.V., Weßling/Obb.

Commerzbank AG, Filiale Köln

Computer Anwendung für Management GmbH, München

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, Offenbach

Diehl Munitionssysteme GmbH & Co. KG, Röthenbach

Dornier GmbH, Friedrichshafen

Dornier Luftfahrt GmbH, Weßling/Obb.

Dräger Aerospace GmbH, Lübeck

Dresdner Bank AG, Köln

EADS Deutschland GmbH, München

ESG Elektroniksystem- und Logistik-Gesellschaft mbH, München

Flughafen Frankfurt/Main AG, Frankfurt/Main

	OHB-System GmbH, Raumfahrt- und Umwelt-Technik, Bremen		
Ford-Werke AG, Köln	Panavia Aircraft GmbH, Hallbergmoos		Dr. Gustav Humbert, Hamburg
GAF Gesellschaft für Angewandte Fern- erkundung mbH, Mün- chen	Pilkington Solar Internatio- nal GmbH, Köln	■ Wissenschaftliche Mitglieder	Dipl.-Betriebswirt Dieter Kaden, Offenbach a.M.
Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerke AG, Köln	Röder Präzision GmbH, Egelsbach	Prof. Dr. Walter Dieminger, Nörten-Hardenberg	Prof. Dr. Günter Kappler, M.Sc., Oberpfaffenhofen
GERLING Industrie-Service GmbH West, Düsseldorf	Rohde & Schwarz, Werk Köln, Köln	Prof. Dr. Maria Esslinger, Braunschweig	Prof. Dr. Wolfgang A. Kaysser, Köln-Porz
Hagenuk GmbH Impulsphysik, Schenefeld	Rolls-Royce Deutschland GmbH, Dahlewitz	Prof. Dr. Philipp Hartl, München	Univ.-Prof. em. Egon Krause, Ph.D., Aachen
Honeywell Regelsysteme GMBH, Maintal	SEL Verteidigungssysteme GmbH, Pforzheim	Prof. Dr. Hans Hornung, Pasadena, Californien/USA	Prof. Dr. Walter Kröll, Köln-Porz
IBM Deutschland Infor- mationssysteme GmbH, Mainz	SEP, Division de Snecma, Paris, Frankreich	Prof. Dr. Dr. E. h. Erich Truckenbrodt, Grünwald	Prof. Dr. Hubert Markl, München
Industrieanlagen-Betriebs- gesellschaft mbH (IABG), Ottobrunn	Siemens AG, München	Prof. Dr. Dr. E. h. Erich Truckenbrodt, Grünwald	Dr. Roland Mecklinger, Steinfeld-Hausen
INTOSPACE GmbH, Hannover	SiliconGraphics GmbH, Grassbrunn-Neukeferloh	Prof. Dr. Joachim E. Trümper, Garching	Prof. Dr. Dirk Meinköhn, Hardthausen
Kayser-Threde GmbH, München	STN Atlas Elektronik GmbH, Bremen	■ Mitglieder von Amts wegen	Prof. Dr. Ernst Messerschmid, Köln
KUKA Roboter GmbH, Augsburg	TELA Versicherung AG, München	Prof. Dr. Achim Bachem, Bonn	Dipl.-Volkswirt Hans-Joachim Peters, Düsseldorf
Liebherr-AEROSPACE LINDENBERG GmbH, Lindenberg/Allgäu	Gemeinde Weßling, Weßling/Obb.	Dipl.-Ing. Frieder Hartmut Beyer, Lindenberg	Dipl.-Ing. Horst Rauck, Karlsfeld
Lufthansa Technik AG, Hamburg	Carl Zeiss, Oberkochen	Prof. Dr. Jürgen Blum, Köln-Porz	Prof. Dr. Gottfried Sachs, München
MAN Technologie AG, Karlsfeld	ZF Luftfahrttechnik GmbH, Kassel	Dr. Michael Endres, Frankfurt	Prof. Dipl.-Ing. Volker von Tein, Köln-Porz
Messer Griesheim GmbH, Krefeld		Prof. Dr. Manfred Erhardt, Essen	Prof. Dr. Dr. hc. mult. Hans-Jürgen Warnecke, München
MST Aerospace GmbH, Köln		Prof. Dipl.-Ing. Manfred Fuchs, Bremen	Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker, Bonn-Bad Godesberg
MTU München GmbH, München		Dr. Horst-Henning Grotheer, Stuttgart	
NEC Deutschland GmbH, Düsseldorf		Dipl.-Ing. Werner Heinzmann, Ottobrunn	
Nord-Micro Elektronik Feinmechanik AG, Frankfurt/Main		Prof. Dietmar K. Hennecke, Ph.D., Darmstadt	
		Dipl.-Kfm. Rainer Hertrich, München	

**Der Senat** ist das Aufsichtsorgan des DLR. Insbesondere befindet er über das Forschungsprogramm, den Wirtschaftsplan, wichtige Personalangelegenheiten, den Jahresbericht, den Bericht über den Jahresabschluss und den Geschäftsbericht. Am 25.09.2000 gehörten dem Senat je elf Mitglieder aus dem Bereich der Wissenschaft, aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie sowie aus dem staatlichen Bereich an.

■ Aus dem Bereich der Wissenschaft

Prof. Dr. Manfred Erhardt

Dr. Horst-Henning Grotheer

Prof. Dietmar K. Hennecke, Ph.D.

Prof. Dr. Wolfgang A. Kaysser

Univ.-Prof. em. Egon Krause, Ph.D. (stv. Vorsitzender)

Prof. Dr. Hubert Markl kraft Amtes

Prof. Dr. Dirk Meinköhn

Prof. Dr. Ernst Messerschmid

Prof. Dr. Gottfried Sachs

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Hans-Jürgen Warnecke kraft Amtes

Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker

■ Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie

Dipl. Frieder Hartmut Beyer

Dr. Michael Endres

Prof. Dipl.-Ing. Manfred Fuchs (stellv. Vorsitzender)

Dipl.-Ing. Werner Heinzmann, Ottobrunn

Dipl.-Kfm. Rainer Hertrich, München

Dr. Gustav Humbert

Dipl.-Betriebswirt Dieter Kaden

Prof. Dr. Günter Kappler, M.Sc.

Dr. Roland Mecklinger

Dipl.-Volkswirt Hans-Joachim Peters

Dipl.-Ing. Horst Rauck

■ Aus dem staatlichen Bereich

Ministerialdirigent Dirk Ellinger

Ministerialdirektor Dr. Hans-Jürgen Froböse

Ministerialdirigent Dr. jur. Gerhard Fulda

Staatssekretär Dr. Josef Lange

Ministerialdirigent Helmut Mattonet

Staatssekretär Dr. Uwe Reinhardt

Ministerialdirigent Dr. Andreas Schuseil

Staatssekretär Dr. E.h. Uwe Thomas (Vors.)

Ministerialdirigent Eberhard Tschentke

Ministerialdirigent Dr. Armin Tschermak von Seysenegg

Staatsminister Dr. Otto Wiesheu

**Der Senatsausschuss** bereitet die im Senat zu behandelnden Themen wissenschaftlich-technischer und administrativ-kaufmännischer Natur vor. Er besteht aus 18 Mitgliedern. Am 25.09.2000 gehörten dem Senatsausschuss fünf Mitglieder aus dem Bereich der Wissenschaft und sechs Mitglieder aus dem Bereich Wirtschaft und Industrie sowie dem staatlichen Bereich an.

■ Aus dem Bereich der Wissenschaft

Dipl.-Math. Ulrich Heidemann

Prof. Dr. Gerd Hirzinger

Univ.-Prof. em. Egon Krause, Ph.D. (Vorsitzender)

Prof. Dr. Wolfgang Kubbat

Prof. Dr. Gottfried Sachs

N. N.

■ Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie

Dipl.-Ing. Hans E.W. Hoffmann, M.S. (stv. Vorsitzender)

Dr. Gustav Humbert

Dipl.-Ing. Reiner Klett

Dr. Klaus Philippi

Dipl.-Ing. Horst Rauck

Dr. Norbert Servatius

■ Aus dem staatlichen Bereich

Ministerialrat Dipl.-Ing. Horst Busacker

Ministerialdirigent Dr. Herbert Diehl

Leitender Ministerialrat Joachim Hornig

Ministerialrat Dipl.-Ing. Helge Kohler

Ministerialrat Dr. Axel Kollatschny

Ministerialrat Dieter Urban

**Der Vorstand** vertritt die Gesellschaft und führt die Geschäfte der Gesellschaft nach Maßgabe der Satzung, der Beschlüsse des Senats und der Mitgliederversammlung entsprechend der Geschäftsordnung. Er entwickelt im Zusammenhang mit anderen Organen die für die Erfüllung der Aufgaben der Gesellschaft erforderlichen Initiativen in Planung, Koordinierung, Kontrolle und sorgt für einen wirksamen und wirtschaftlichen Einsatz der Mittel. Die Führung der Geschäfte der Gesellschaft erfolgt in gemeinsamer Verantwortung aller Vorstandsmitglieder. Angelegenheiten von grundsätzlicher Bedeutung, insbesondere solche, die der Zustimmung der Mitgliederversammlung oder des Senats bedürfen, sowie alle Angelegenheiten, bei denen ein Vorstandsmitglied eine Behandlung im Vorstand für erforderlich hält, sind gemeinsam zu entscheiden.

■ Mitglieder des Vorstands (Stand 25.09.2000)

Prof. Dr. rer. nat.  
Walter Kröll (Vorsitzender)

Prof. Dr. rer. publ.  
Jürgen Blum  
(stellv. Vorsitzender)

Prof. Dr. rer. pol.  
Achim Bachem

Prof. Dipl.-Ing.  
Volker von Tein

**Der Wissenschaftlich-Technische Rat (WTR)** ist ein Organ des DLR. Er ist das oberste Gremium eines fachlichen Mitwirkungssystems, das den Sachverstand der wissenschaftlichen Führungskräfte und Mitarbeiter in die Vorbereitung wissenschaftlich-technischer Entscheidungen der Leitungsorgane einbringt. Der WTR berät den Vorstand in allen wichtigen wissenschaftlich-technischen Angelegenheiten. In einer Reihe dieser Angelegenheiten ist ein Votum des WTR grundsätzlich Handlungsvoraussetzung für den Vorstand.

■ Mitglieder des WTR (Stand 04.09.2000):

Dipl.-Ing. Horst Hüners  
(Vorsitzender)

Prof. Dr. Manfred Aigner  
(stellv. Vorsitzender)

Dr. Stefan Dech

Prof. Dr. Rupert Gerzer

Dr. Thomas Holzer-Popp

Dr. Heinz Hönlinger

Dipl.-Math.  
Friedrich Jochim

Prof. Dr. Horst Körner

Dr. Hans P. Kreplin

Dr. Friedrich Kühne

Dipl.-Phys. P.-Michael Nast

Dipl.-Ing. Uwe Teegen

**Der Ausschuss für Raumfahrt** ist gegenüber den übrigen Organen des DLR unabhängig und an keine Weisungen anderer Organe gebunden. Dem Ausschuss gehören je ein Vertreter der mit Raumfahrtangelegenheiten befaßten Bundesministerien sowie des Bundeskanzleramtes an. Den Vorsitz führt ein Abteilungsleiter des für die Gesellschaft zuständigen Bundesministeriums. Soweit die anderen Bundesministerien im Senat vertreten sind, soll die Mitgliedschaft im Ausschuss für Raumfahrt von denselben Ressortvertretern wahrgenommen werden.

■ Ständige Mitglieder:

MinDir Dr. Baumgarten  
(Vorsitzender),  
Bundesministerium für  
Bildung und Forschung

VA Scholten,  
Gruppenleiter 33,  
Bundeskanzleramt

MinDirig Dr. Froböse,  
Bundesministerium  
für Verkehr, Bau- und  
Wohnungswesen

MinDirig Krüger,  
Bundesministerium  
der Finanzen

MinDirig Dr. Günther,  
Bundesministerium  
für Wirtschaft und  
Technologie

MinDirig Dr. Schopen,  
Bundesministerium  
für Ernährung,  
Landwirtschaft  
und Forsten

MinR Ellinger,  
Bundesministerium der  
Verteidigung

MinDirig Dr. Fulda,  
Auswärtiges Amt