



Vorwort	2
Schwerpunkt Raumfahrt	4
Schwerpunkt Luftfahrt	18
Schwerpunkt Energietechnik	26
Technologiemarketing	32
Auszeichnungen	36
Institute und Einrichtungen	40
Mitglieder und Gremien	42
Entwicklung in Zahlen	46



■ Dies ist der erste Jahresbericht des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Entstanden ist das neue DLR durch die am 1. Oktober 1997 vollzogene Fusion der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt und der Deutschen Agentur für Raumfahrtangelegenheiten. Es nimmt seitdem die Doppelfunktion des

## Vorwort

nationalen Forschungs-, Entwicklungs- und Betriebszentrums für Luft- und Raumfahrt sowie der nationalen Raumfahrtagentur wahr. Das DLR versteht es als seine „Mission“, mit den Mitteln der Luft- und Raumfahrt positiv in zahlreiche gesellschaftliche, industrielle und wissenschaftliche Bereiche hineinzuwirken. Mobilität, Umwelt, Information und Sicherheit sind dabei die herausragenden Stichworte.

Das DLR steht somit im Dienste staatlicher Aufgaben und öffentlicher Bedürfnisse, wirkt im Dienste des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Deutschland und betrachtet sich als gestaltenden Akteur in Europa und als gefragten Partner im internationalen Rahmen. Es hat auf die dramatischen globalen Veränderungen im Bereich der Luft- und Raumfahrt in Form expandierender Märkte und industrieller Fusionen zu reagieren, indem es seine eigenen Aktivitäten auf deren Erfordernisse hin ausrichtet und den Staat bei der Formulierung seiner Ziele und Maßnahmen unterstützt.

Dieser Jahresbericht soll erläutern, wie das DLR seine neuen Aufgaben in Angriff nimmt und in konkrete Projekte umsetzt. „Luft- und Raumfahrt für alle“ könnte das übergreifende Motto dieser Darstellungen sein. Sie reichen von der Optimierung des Verkehrsflusses über die Steigerung der Umweltverträglichkeit des Flugverkehrs sowie der Reduzierung des Fluglärms bis hin zum Einsatz der Satellitentechnologie für Multimediadienste und Katastrophenmanagement, wie etwa beim Oder-Hochwasser 1997.

Eine prominente Rolle nimmt überdies die Beschreibung der deutschen Führungsrolle bei der Verwirklichung des europäischen Beitrags zur Internationalen Raumstation ein. In diesem Zusammenhang steht auch der im April 1997 durchgeführte letztmalige Flug des unter deutscher Federführung entwickelten SPACELAB, das den Grundstein für die deutsche Kompetenz in der bemannten Raumfahrt und den vielgestaltigen Anwendungsbereichen der Forschung unter Weltraumbedingungen und der Telemedizin legte. Zusammen mit den aufregenden Fragestellungen der Extraterrestrik, wie beispielsweise der Entwicklung des Kometen-Landegeräts der ROSETTA-Mission, sind dies Höhepunkte der Arbeit des DLR. Sie bildeten einige der Hauptattraktionen für die interessierte Öffentlichkeit, die sich am Tag der Raumfahrt am 20. August 1998 mit mehr als 40.000 Besuchern in den Standorten des DLR informierte.

Das DLR arbeitet intensiv mit seinen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft daran, die Luft- und Raumfahrt als Innovationsmotor mit expandierendem Arbeitsmarkt weiterzuentwickeln. Partnerschaften zur gemeinsamen Identifikation von Forschungszielen und Konzentration der Forschungsaktivitäten auf fächerübergreifende Themenfelder mit großem Innovationspotential bilden die Grundlage für eine starke Position des Standorts Deutschland. Das DLR wirkt auf die Ausbildung von Kompetenzzentren in Deutschland hin, die eine herausgehobene Rolle im Rahmen einer zukünftigen europäischen Arbeitsteilung einnehmen können.

Die Konzentration auf solche Felder der Exzellenz leitet die Programmplanung des DLR. Sie wird essentiell sein für eine führende Rolle Deutschlands in der europäischen Luft- und Raumfahrt und für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie im weltweiten Maßstab. Der Jahresbericht des DLR soll einen Eindruck von der zielstrebigem Umsetzung dieser Ansprüche vermitteln. Mit seiner „Innovationsinitiative“ hat das DLR diesen Dialog mit der Wirtschaft frühzeitig und mit Erfolg begonnen. Die Kooperationen, die wir im Berichtsjahr gemeinsam mit der Daimler-Benz Aerospace und der Daimler-Benz Konzernforschung zur Entwicklung eines „Fortgeschrittenen Service-Roboters“, des „Adaptiven Flügels“ und des „Adaptiven Rotors“ vereinbart haben, lösen die Forderung nach systematisch betriebener Vernetzung von Forschung und Industrie ein.

Das DLR versteht dabei seine Rolle als nationales Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt vor allem darin, die Langfrist-Perspektiven für „Technologie-Visionen“ gemeinsam mit den Partnern zu entwerfen, die erforderlichen technologischen Grundlagen zu entwickeln und entsprechende Technologieprogramme im nationalen und europäischen Rahmen zu initiieren. Diese gestalterische, programmatische Rolle des DLR wird nicht nur von der Industrie, sondern auch von der Politik anerkannt und eingefordert. Auf dieser stabilen Basis nimmt das DLR seinen Auftrag im Dienst der Gesellschaft auch in Zukunft dynamisch und zielgerichtet wahr.



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

# Schwerpunkt Raumfahrt

Überprüfung des Schwerpunkts Raumfahrt ■ Im September 1997 wurde die Arbeit des Forschungsschwerpunkts Raumfahrt des DLR turnusgemäß durch externe Gutachter aus Wissenschaft, Industrie sowie Vertretern der öffentlichen Bedarfsträger begutachtet. Dabei wurden die DLR-Raumfahrtaktivitäten der letzten fünf Jahre durchweg sehr positiv bewertet. Die Gutachter würdigten insbesondere die Leistungsfähigkeit, ausgezeichnete fachliche Kompetenz und das im internationalen Vergleich hohe Niveau der Arbeiten. Besonders exzellente Leistungen wurden den Forschungsbereichen Robotik, Faserkeramik-Werkstoffe, Verbrennungstechnologie und Fernerkundung mit der dazugehörigen Datenverarbeitung bescheinigt. Die Vorstellungen des DLR, mit der Übernahme der Raumfahrtagentur-Funktion zukünftig eine engere Verflechtung des DLR-internen Raumfahrtprogramms mit den beiden ehemals von der DARA betreuten Programmen herzustellen, wurde von den Gutachtern befürwortet. Damit war eine wesentliche Voraussetzung für die Erarbeitung eines integrierten Deutschen Raumfahrtprogramms erfüllt.

Neuordnung des Raumfahrtmanagements ■ Auf Basis des Beschlusses der Bundesregierung hat die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt zum 1. Oktober 1997 die Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten übernommen und sich in Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt umbenannt. Zum gleichen Zeitpunkt wurde dem DLR vom BMBF die Verantwortung für das Management des nationalen Raumfahrtprogramms und die internationale Vertretung deutscher Raumfahrtinteressen, insbesondere gegenüber der ESA, übertragen. In seiner neuen Rolle wird das DLR als Moderator für die Gestaltung und Umsetzung eines Raumfahrtprogramms auftreten, in dem die Inhalte des nationalen Förderprogramms, der ESA-Programme und der eigenen Forschungs-, Entwicklungs- und Betriebsaktivitäten integriert werden und zugleich die Forschungsaktivitäten der Wissenschaft mit den anwendungs- und produktorientierten Anforderungen von Staat und Wirtschaft verschränkt werden. In einer Serie von strategischen Workshops wurde begonnen, nationale Interessen

zu explorieren, zu bündeln und auf gemeinsame Ziele auszurichten. Um die Zielgruppe in Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlichen Bedarfsträgern mit ihren unterschiedlichen Interessen an der Programmgestaltung zu beteiligen, hat das DLR das Beratungswesen Raumfahrt neu organisiert und dazu neben einer Programmkommission fünf disziplinentorientierte Programmausschüsse eingerichtet.

Umsetzung des Konzepts der Bundesregierung in ein neues Raumfahrtprogramm ■ Am 16. Juli 1997 hat die Bundesregierung mit ihrem Konzept „Raumfahrt: Perspektiven für Forschung und Anwendung“ neue politische Vorgaben für die zukünftige Ausrichtung der deutschen Raumfahrt verabschiedet. Zusammen mit der kurz zuvor beschlossenen und zum 1. Oktober 1997 vollzogenen Fusion von DARA und DLR wurden auch die institutionellen Voraussetzungen für die Entwicklung einer integrierten deutschen Raumfahrtprogrammstruktur geschaffen. Ziel dieser Bündelung von Kompetenz und nationalen Ressourcen ist die Schaffung kohärenter Programmstrukturen in den drei deutschen Raumfahrelementen des nationalen Förderprogramms, der deutschen ESA-Beteiligung und dem DLR-internen FuE-Programm Raumfahrt. Das integrierte Deutsche Raumfahrtprogramm soll Anfang 1999 nach intensiver interner Diskussion und ausführlicher Beratung in externen Gutachterkreisen des DLR den Entscheidungsgremien zur Freigabe vorgelegt werden.

Datenbank „Raumfahrt-Bodeninfrastruktur“ (Ground Equipment Data Base) ■ Das DLR hat Daten der in Europa einschließlich der GUS-Staaten vorhandenen Raumfahrt-Bodeninfrastruktur zusammengetragen und in einer Datenbank systematisch erfaßt. Mit der seit dem 1. März 1998 im Internet unter der Adresse „<http://www.gedb.dlr.de>“ zugänglichen „Ground Equipment Data Base“ wird vor allem Entwicklern und Nutzern von Raumflugsystemen relevante Information – angefangen von Testanlagen über Betriebseinrichtungen bis hin zu Einrichtungen zur Datenverarbeitung und Nutzerunterstützung – angeboten. Die frühzeitige Berücksichtigung vorhandener Anlagen und ihrer technischen Gegebenheiten schon in der Planungs- und Entwurfsphase von Raumflugsystemen kann Kosten senken und unnötige Investitionen vermeiden.

**Technologie/Transportsysteme** ■ Ziel ist die Entwicklung von Raumfahrzeugen in Ultraleichtbauweise, bei denen der Lichtdruck der solaren Strahlung auf große Segelflächen (Sonnensegel oder „Solar Sails“) im Weltraum zum passiven Antrieb und treibstofflosen Bahntransfer genutzt wird. Damit können wissenschaftliche Missionen durchgeführt werden, die einen hohen

## SOLAR SAIL

Leichtbaustrukturen im erdnahen Orbit (Antennensysteme, „Solar Power Stations“ etc.) von Bedeutung sind.

In Kooperation mit NASA/JPL wurde in 1997 eine Vorphase-A-Studie zur Definition einer kostengünstigen Technologie-Demonstrationsmission abgeschlossen. Im Hinblick auf ein späteres Flugprojekt ist die Fertigung eines entfaltbaren 20 mal 20 Meter Labormodells des Segels zur Verifizierung der Funktionalität und der strukturellen Eigenschaften ein wesentlicher Meilenstein. Ein Prototyp eines entfaltbaren Leichtbaumastes in Kohlefaser-Verbundbauweise wurde bereits gefertigt. Ab Mitte 1998 bis Mitte 1999 wird – gemeinschaftlich von DLR und ESA finanziert – das Labormodell gebaut, welches in Zusammenarbeit mit ESA sowie NASA/JPL für einen orbitalen Testflug weiterentwickelt werden soll.

Antriebsbedarf aufweisen, wie z.B. eine Merkur-Mission oder Kometen- und Asteroiden-Rendezvous einschließlich Probenrückführung. Die erforderlichen Bauweisen stellen eine Schlüsseltechnologie dar, die auch für Anwendungen im Bereich großer

■ Innerhalb des ESA-Vorhabens FESTIP wurde unter der Designverantwortung des DLR in enger Kooperation mit Industriefirmen ein zukunftsweisendes keramisches Thermalschutzsystem für ein Single-Stage-

to-Orbit

Fahrzeug entwickelt, und zwar einschließlich einer integralen Rumpf-

## FESTIP Innovatives keramisches Thermalschutzsystem

Kryotank-Struktur. Eine besondere Herausforderung bestand darin, konstruktiv einen Ausgleich zwischen den extrem unterschiedlichen, gegenläufigen Ausdehnungen der im Betrieb heißen Außenhülle (bis ca. 1.200 Grad Celsius) und dem befüllten Kryotank zu ermöglichen. Dies wird erreicht durch einen zentralen Stand-off („keramischer Niet“), der die Montage von Paneelen von der heißen Außenseite her erlaubt und die einzelnen Paneele fixiert, wobei der Verschiebungsausgleich durch verteilte, elastische Stand-offs am äußeren Rand der Paneele erfolgt. Paneele und alle Stand-offs sind komplett als Faserkeramikbauteile ausgeführt und wurden von MAN Technologie, Dasa-Dornier und DLR gefertigt. Untermauert durch erfolgreiche Demonstrationen der strukturellen Funktionalität entstand hieraus eine Art „Baseline-Design“ im Hinblick auf gemeinsam mit industriellen Kooperationspartnern angestrebte Flugprobungsmöglichkeiten (z. B. auf X-34).

■ In der Phase II des Heiße-Strukturen-Programms wurden die bisherigen Ergebnisse konsequent in die Entwicklung eines testbaren Demonstrators eingebracht. Für diesen Demonstrator wurde eine Steuerklappe mit Anbindung an eine Bodengruppe aus dem Referenzkonzept COLIBRI ausgewählt. Von MAN Technologie wurde die Steuer-

## Heißtest einer Steuerklappe

klappe samt keramischen Lagern und Befestigungen entwickelt und hergestellt. Dasa-Dornier war für die Entwicklung und Herstellung des Bodengruppensegmentes mit dynamischer Dichtung verantwortlich. Von seiten des DLR wurde ein Test-

konzept für diesen repräsentativen Klappen-Rumpf-Ausschnitt erstellt. Der komplette Testaufbau wurde in den Hochtemperatur-Komponentenprüfstand MAXITHERM des DLR integriert. Als Maximaltemperatur am Bauteil wurden 1.500 Grad Celsius festgelegt. Neben Tests bei Raumtemperatur sollen bis zu fünf Testzyklen bei Maximaltemperatur und 30 hPa Umgebungsdruck gefahren werden. Neben dem Antriebsmoment für die Klappe werden auch die mechanische Last und Temperaturen an bis zu 30 Meßstellen aufgenommen.

■ Aufbauend auf eigenen Vorarbeiten und solchen in nationalen sowie europäischen Programmen ist das DLR ein gefragter Partner bei der Überprüfung der Auslegung des CRV (Crew Rescue Vehicle)-Demonstrators X-38 der NASA. Im

## TETRA X/38- Beteiligung

Rahmen der entsprechenden ESA-NASA-Kooperation liefert das DLR durch seine Euler- und Navier-Stokes-Simulationen wesentliche Beiträge zur Datenbasis. In Zusammenarbeit von DLR und NASA (nationales Programm

TETRA) erfolgen weitere wesentliche, auch experimentelle und numerische Beiträge dieser Art. Außerdem entwickelt das DLR die Nasenkappe des Demonstrators (TETRA), die aus kohlenstoffaserverstärktem Siliziumkarbid (C/SiC) hergestellt werden soll. Neben Forschungs- und Entwicklungsbeiträgen ist das DLR auch für das Management von TETRA verantwortlich.

**Erdbeobachtung** ■ Von der Flut, welche die Tschechische Republik, Polen und Deutschland im Juli und August 1997 traf, wurden über 30 Satelliten-

## Oder- hochwasser

bilder aufgenommen und ausgewertet. Die Arbeiten der beauftragten Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung wurden in mehreren aktuellen Nachrichtensendungen, darunter der Tageschau, gezeigt; mehrere Presseartikel entstanden. Nach Absprache mit der ESA, die auf dem Risiko-Monitoring-Gebiet ebenfalls aktiv ist, hat das DLR gegenüber den nutzenden Behörden in Deutschland und Polen die Arbeiten koordiniert.

Mit den nutzenden Umwelt- und Vermessungsbehörden, insbesondere mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde, die einen Teil der Aufnahmen bezahlte, bestand jederzeit enger Kontakt. Die Datenanbieter haben, nicht zuletzt durch die Lehren dieses Projektes, ihre Ausliefermodalitäten beschleunigt, um nicht nur Prävention und Schadensanalyse, sondern in Zukunft auch das Krisenmanagement selbst zu unterstützen.



■ Der vom Institut für Weltraumsensorik gebaute Sensor MOS ist 1996 auf dem indischen Satelliten IRS und auf der russischen Raumstation MIR im Orbit positioniert worden. Während MOS/MIR bis heute keine auswertbaren Daten geliefert hat, sind die Daten von MOS/IRS mit großer Regelmäßigkeit und in guter Qualität verfügbar.

## MOS- Ergebnisse

Aus Anlaß des einjährigen Betriebs wurde Ende April 1997 ein dreitägiger Workshop abgehalten, auf dem erste Ergebnisse zu Kalibration, Auswertalgorithmen, Atmosphärenkorrektur und anderen Anwendungen präsentiert wurden. Das Interesse an den Daten war groß und wurde durch Beiträge von Wissenschaftlern aus Skandinavien, Deutschland, Rußland, Spanien, England, Indien sowie der gemeinsamen Forschungsstelle der EU (Ispra) untermauert. Der Datenempfang erfolgte bisher an zwei Bodenstationen (Neustrelitz und Bangalore). Durch Einrichtung einer dritten Station auf Maspalomas werden weitere Untersuchungsgebiete zugänglich. Zusätzlich wurde im Herbst 1997 von einer US-Firma der probe-weise Empfang von MOS-Daten an der US-Westküste organisiert. Weitere Information zum Sensor ist im Internet über folgende Adresse erhältlich: <http://www.ba.dlr.de/NEWS/ws5/mos-home.html>.

■ Sehr erfolgreich in Richtung einer Operationalisierung im Hinblick auf Infodienste sind nach inzwischen dreijährigem Missionsbetrieb die Messungen des Ozonbeobachtungsinstruments GOME, dessen Daten

## GOME

das DLR aufbereitet. Tagesaktuelle Karten der Ozonkonzentration sind beim DFD per Internet zugänglich: (<http://auc.dfd.dlr.de/GOME/latesteuropa.html>). Auf wissenschaftlichen Tagungen zu GOME trugen in der Vergangenheit regelmäßig jeweils über 60 Forschergruppen aus aller Welt ihre Ergebnisse vor. Inzwischen dürfte es hunderte von GOME-Veröffentlichungen geben. Der Löwenanteil darunter stammt aus Deutschland. Entscheidend für den GOME-Erfolg war und ist die gezielte Förderung der Umwelt-Fernerkundung durch das DLR und ihre langfristige Perspektive z. B. im ENVISAT-Rahmen.

■ Vom subglazialen Ausbruch des Grimsvötn am 2. Oktober 1996 unter dem Vatnajökull, dem größten Gletscher Europas, und der damit verbundenen Wasserschmelze, die die Bevölkerung und wichtige Infrastrukturen des Landes bedrohte, entstand

## Vulkan- ausbruch in Island

eine lückenlose Dokumentation mit ERS-Bildern. Abbildende Radarsensoren sind das einzige geeignete Instrument, weil auf Island praktisch immer Bewölkung herrscht. Die Bewegung der mit 2,4 Kubikkilometer aus dem Satellitenbild abgeschätzten Wasserblase wurde verfolgt und Vorhersagen zu ihrem voraussichtlichen Abfluß gemacht. Aufgrund der Orientierung zur See hin wurde auf die Evakuierung einer Kleinstadt verzichtet. Der Abfluß am 7. November 1996, der lediglich Islands Ringstraße beschädigte, ist ebenfalls im Satellitenbild dokumentiert. Die Zusammenarbeit zwischen deutschen (darunter DLR-DFD) und isländischen Wissenschaftlern verlief gut.

■ Das Absorptionsspektrometer SCIAMACHY soll als deutsch-niederländische Beistellung zur ENVISAT-Mission Spurengase messen, die für den Abbau des Ozons und für den Treibhauseffekt von Bedeutung

## Projekt SCIAMACHY

sind. Die Projektleitung liegt beim DLR und bei der niederländischen Raumfahrtbehörde NIVR. Im Herbst des letzten Jahres konnten die auf deutscher Seite entwickelten Hardware-Komponenten zur Systemintegration in die Niederlande geliefert werden. Nachdem nun auch die niederländische Hardware (optische Bank) fertiggestellt worden ist, laufen nach bestandenen Umwelttests zur Zeit die Performance- und Kalibrationstests.

■ CHAMP steht für eine Kleinsatelliten-Mission mit amerikanischer und französischer Beteiligung mit im wesentlichen geophysikalischer Ausrichtung. Das Projekt wird im Rahmen einer Zuwendung vom GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) verantwortlich durchgeführt. Industriepolitisch zielt das Vorhaben als „NBL-Leitprojekt“ darauf

## Projekt CHAMP

ab, die für die Förderung von NBL-Vorhaben vorgesehenen Raumfahrtmittel auf ein größeres Projekt zu konzentrieren. Die Entwurfsarbeiten sind abgeschlossen. Mit der Hardwarefertigung wurde begonnen. Die Instrumente für CHAMP stehen bei den Herstellern auf Abruf bereit. Die Interfacetests zu den Instrumenten haben begonnen.

■ Die NASA und das DLR haben sich darauf verständigt, das zu einem Interferometer modifizierte SIR-C/X-SAR-Radar auf der für September 1999 vorgesehenen „Shuttle Radar Topography Mission“ erneut zu

## Projekt X-SAR/ SRTM

fliegen. Deutschland beteiligt sich dabei mit der Beistellung und dem Betrieb des X-Band-Radar-Interferometers (X-SAR/SRTM). Im Verlaufe der elftägigen Shuttle-Mission sollen Daten für ein digitales Höhenmodell aller Landmassen der Erde aufgenommen werden. Die Programmleitung für diese Mission liegt beim DLR. Mitte 1997 hat der Hauptauftragnehmer des Flugsegmentes, die Dornier Satellitensysteme GmbH, mit dem detaillierten Design des Flugsegmentes begonnen. Der Entwicklungsvertrag wurde im Oktober unterzeichnet. Im Januar 1998 konnte das X-SAR/SRTM Design-Review erfolgreich abgeschlossen werden. Gegenwärtig durchläuft das Instrument die notwendigen Qualifikationstests für den Mitflug auf dem Space Shuttle.

**Kommunikation/Navigation** ■ Nach der Jahrtausendwende sollen ganz neue Generationen von Satelliten für Multimediadienste eingesetzt werden. Es ist geplant, den INTERNET-Zugang mit sehr

## Telekommunikation optisches Mini- terminal

vielen höheren Datenraten zu ermöglichen, um die Verbindungs- und Zugriffszeiten zu minimieren. Des weiteren wird es möglich sein, weltweit Computer mit Datenraten von 155 MB/sec für die bidirektionale Kommunikation zu vernetzen. Es wird ein System aus mehr als 60 tieffliegenden (1.400 km) Satelliten sein, das ab dem Jahr 2003 operationell sein soll. Mit dem neuen System, das aus einem Zusammengehen der Systeme TELDESIC und CELESTRI entsteht, wird es möglich sein, klassische Fernsehübertragung zu betreiben, bidirektionale Datenkommunikation zwischen 64 KB/sec und 155 MB/sec zu ermöglichen, Video-on-Demand anzubieten oder Videokonferenzen mit nahezu beliebig vielen und weltweit beliebig verteilten Nutzern durchzuführen.

Zur Kommunikation der Satelliten untereinander werden „Optische Miniterminals“ eingesetzt. Die amerikanische Firma MOTOROLA hat sich im Februar 1998 für das Konzept von BOSCH entschieden. Das technische Konzept zur optischen Datenübertragung, das sog. SYNC-BIT-Verfahren, beruht auf Patenten des Institutes für Nachrichtentechnik des DLR in Oberpfaffenhofen. Zusammen mit seinen Partnern ist es BOSCH und ZEISS erstmals gelungen, in ein strategisch ausgesprochen wichtiges Technologiefeld in Amerika einzudringen.

Die Industriefirmen steuern ihrerseits 50 Prozent der Entwicklungskosten bei. Dieses Verfahren der Public-Private-Partnership mit hälftiger industrieller Co-Finanzierung hat sich in der Vergangenheit sehr bewährt und deutsche Unternehmen im stark umkämpften Markt der Satellitenkommunikation wettbewerbsfähig am Weltmarkt positioniert.

■ Anfang Juli 1998 erfolgte der Start des nur 7 Kilogramm schweren Kommunikations-Nanosatelliten TUBSAT-N. Der Satellit mit Außenmaßen von nur 32 mal 32 mal 10 cm wurde von der TU Berlin im Rahmen einer DLR-Zuwendung entwickelt und gebaut. Vorhabensziel ist die Demonstration einer bidirektionalen Datenverbindung

## Nano-satellit für die Datenkommunikation mit Meeresbojen

unter Benutzung eines extrem kleinen Satelliten. Die dafür gewählte Driftbojen-Anwendung (Messung von Meeresströmungen) erfordert eine schnelle Übermittlung von Meßdaten sowie – in umgekehrter Richtung – neuen Meßparametern. Mit TUBSAT-N wird der Beweis für die Funktionsfähigkeit eines neuartigen alternativen Ansatzes (Nanosatelliten) erbracht.

■ Mit der im Januar 1998 abgeschlossenen ZEUS-Studie wurde untersucht, inwieweit ein europäisches Satellitennavigationssystem (mit der Option zum globalen Ausbau) technisch, organisatorisch und vor allem finanziell realisierbar ist und welche

## Erfolgreicher Abschluß der Studie **ZEUS**

Nutzergruppen hierzu einen substantiellen Beitrag leisten könnten. Aufbauend auf den bis dato geleisteten Arbeiten wurde ein Gesamtkonzept für ein ENSS (Europäisches Navigationssatellitensystem) erarbeitet. Die Studienergebnisse können als Grundlage zukünftiger politischer Entscheidungen dienen; weitere Untersuchungen bei der EU und ESA sowie auf nationaler Ebene sollen darauf aufbauen.

**Extraterrestrik** ■ CRISTA-SPAS 2 war die vierte Mission im erfolgreichen ASTRO-SPAS-Programm, benannt nach dem Hauptexperiment CRISTA (Cryogenes Infrarot Spektrometer und Teleskop für

## CRISTA-SPAS 2

die Atmosphäre), die im August 1997 mit STS-85 geflogen wurde. CRISTA hat die kleinräumigen Strukturen in der mittleren Erdatmosphäre durch die Messung von bis zu 20 Spurengasen wie z.B. NO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und ClONO<sub>2</sub> in einem weltumspannenden Meßnetz untersucht. Dabei wurde innerhalb eines Tages eine komplette Abdeckung der Erdatmosphäre mit einem Raster von 300 mal 500 km erreicht. Während der zweiten Mission konnten die im ersten Flug 1994 entdeckten Strukturen in einer anderen Jahreszeit (im Nordsommer) beobachtet werden. Durch Veränderungen im Steuerprogramm des ASTRO-SPAS konnte nicht nur die Auflösung des Datennetzes gesteigert, sondern auch bis zu 72 Grad nördlicher und südlicher Breite gemessen werden. Dadurch war es möglich, die Bildung des antarktischen Ozonlochs und des arktischen Vortex näher zu untersuchen. Um die Messungen von CRISTA zu validieren, wurde gleichzeitig eine weltweite Raketen-, Flugzeug- und Ballonkampagne gestartet. Die CRISTA-Messungen wurden zusätzlich durch NO- und OH-Messungen des amerikanischen MAHRSI-Experiments aufgewertet. CRISTA hat während des achttägigen Fluges 45.000 Höhenprofile mit einer vertikalen Auflösung von 2 Kilometern erhalten. Der Flug war wie der vorherige ein voller Erfolg. Erste

Ergebnisse des Fluges zeigen einen überraschend hohen Anteil an OH in hohen nördlichen Breiten, was auf einen erhöhten Anteil von Wasser in der oberen Atmosphäre zurückzuführen ist.

■ Der Kleinsatellit EQUATOR-S zur Untersuchung der äquatorialen Erdmagnetosphäre wurde vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching entwickelt und gebaut. EQUATOR-S wurde am 2. Dezember 1997 mit einer ARIANE 4 erfolgreich gestartet. Nach der Testphase konnte im Februar 1998 mit der operativen Phase begonnen werden. Bis Mai 1998 wurden wissenschaftliche Meßdaten gewonnen, die derzeit noch ausgewertet werden. An Bord des Satelliten befanden sich auch drei technologische Experimente,

## EQUATOR-S

die erfolgreich durchgeführt werden konnten. So gelang es mit einem an Bord von EQUATOR-S befindlichen GPS-Empfängers erstmals, GPS-Signale außerhalb des Orbits der GPS-Satelliten (21.000 km) in einer Entfernung von 60.000 km von der Erde zu empfangen. Damit konnte nachgewiesen werden, daß es prinzipiell möglich ist, auch die Position von Satelliten in der geostationären Umlaufbahn (ca. 36.000 km) mit Hilfe von GPS-Empfängern zu bestimmen.

Seit Mai 1998 hat EQUATOR-S jedoch keine Daten mehr gesendet, da das redundante Prozessorsystem des Satelliten ausgefallen ist. Ob der Satellit damit verloren ist, steht derzeit noch nicht fest.

■ Kurz vor Ende der überaus erfolgreichen Basismission am 7. Dezember 1997 haben der amerikanische Kongreß und die NASA die Mission unter dem neuen Namen „Galileo Europa Mission“, kurz GEM, um zwei Jahre verlängert. Acht weitere, zum Teil sehr nahe Vorbeiflüge an Europa, vier Begegnungen mit Callisto und zwei mit dem Vulkanmond Io sind sukzessive vorgesehen. Davon verliefen die ersten vier Vorbeiflüge an Europa bereits sehr erfolgreich und zeigten unter anderem detailreiche, feinstrukturierte Aufnahmen der Oberflächenmorphologie dieses Jupitermondes. Insgesamt befinden sich elf wissenschaftliche Experimente auf dem Galileo-Orbiter, bei denen auch deutsche Wissenschaftler stark involviert sind. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist hierbei am Solid State Imaging (SSI) Instrument wissenschaftlich beteiligt.

## GALILEO

■ Am 15. Oktober 1997 trat nach einem geglückten Start mit einer Titan IV/Centaur-Rakete die Raumsonde Cassini zusammen mit der Landekapsel Huygens ihre fast siebenjährige Reise zum Planeten Saturn und seinen Monden an. Die Sonde befindet sich in einem einwandfreien Zustand und hat mittlerweile 700 Millionen Kilometer im inneren Sonnensystem zurückgelegt. Am 26. April 1998 erfolgte mit hoher Präzision das erste Swing-by-Manöver an der Venus. Deutsche Wissenschaftler beteiligen sich an elf der insgesamt 18 wissenschaftlichen Experimente. Bei zwei Instrumenten, dem Cosmic Dust Analyzer (CDA) und dem Doppler Wind Experiment (DWE), übernehmen sie die Federführung. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Standort Berlin, ist an den Orbiter-Instrumenten CDA, Imaging Science Subsystem (ISS) und Visual and Infrared Mapping Spectrograph (VIMS) beteiligt.

## CASSINI/ HUYGENS auf dem Weg zum Saturn

■ Am 15. Oktober 1997 trat nach einem geglückten Start mit einer Titan IV/Centaur-Rakete die Raumsonde Cassini zusammen mit der Landekapsel Huygens ihre fast siebenjährige Reise zum Planeten Saturn und seinen Monden an. Die Sonde befindet sich in einem einwandfreien Zustand und hat mittlerweile 700 Millionen Kilometer im inneren Sonnensystem zurückgelegt. Am 26. April 1998 erfolgte mit hoher Präzision das erste Swing-by-Manöver an der Venus. Deutsche Wissenschaftler beteiligen sich an elf der insgesamt 18 wissenschaftlichen Experimente. Bei zwei Instrumenten, dem Cosmic Dust Analyzer (CDA) und dem Doppler Wind Experiment (DWE), übernehmen sie die Federführung. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Standort Berlin, ist an den Orbiter-Instrumenten CDA, Imaging Science Subsystem (ISS) und Visual and Infrared Mapping Spectrograph (VIMS) beteiligt.

■ Das „Antimaterie-Magnet-Spektrometer“ Experiment ist ein internationales Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaftlern aus USA, China, Finnland, Italien, Schweiz und Deutschland unter Führung des Nobelpreisträgers für Physik Prof. Samuel Ting (MIT Boston). Gebaut und ausgestattet wird das Gerät unter Beteiligung des 1. Physikalischen Instituts der RWTH

## AMS

Aachen, finanziell unterstützt vom DLR. Ziel des von 2001 bis 2005 auf der Raumstation platzierten Teilchenspektrometers ist insbesondere der Nachweis von Teilchen aus Antimaterie, die möglicherweise aus weit entfernten Regionen des Weltraums stammen.

In der Anfangsphase der kosmischen Entwicklung waren theoretischen Annahmen zufolge Materie und Antimaterie in gleichem Umfang vorhanden. Der bislang der Beobachtung zugängliche Bereich besteht aber nahezu ausschließlich aus normaler Materie. Entweder haben sich Teilchen und Antiteilchen in einer frühen Entwicklungsphase des expandierenden Kosmos paarweise vernichtet und die heute beobachtbare Materie ist die Konsequenz einer anfänglich vorhandenen Materie-Antimaterie-Asymmetrie. Oder der Kosmos ist aufgeteilt in großräumige Parzellen, die jeweils aus Materie bzw. Antimaterie bestehen und aus denen Antiteilchen in geringer Zahl auch in die Bereiche gewöhnlicher Materie diffundieren, um dann vielleicht mit dem AMS nachgewiesen zu werden.

■ Am 4. Juli 1997 landete die Sonde „Pathfinder“ erfolgreich auf dem Mars. Seit diesem Zeitpunkt hat die Kamera „Imager for Mars Pathfinder“ (IMP), die mit wesentlicher Beteiligung des Max-Planck-Institutes für Aeronomie in Lindau entstanden ist, eine Fülle von Daten geliefert. Über den Erfolg der Mission wurde ausführlich in den Me-

## MARS PATHFINDER

dien berichtet. Die ersten Ergebnisse wurden bei der Herbsttagung der „American Geophysical Union“ sowie zum Treffen der Europäischen Geophysikalischen Gesellschaft (EGS) vorgestellt. Nun sollen sie ausführlich im Journal for Geophysics Research veröffentlicht werden. Weitere Publikationen, welche die Eigenschaften des Staubes in der Atmosphäre und den Strahlungstransport betreffen, sind in Vorbereitung.

■ ROSETTA ist der dritte Cornerstone im ESA-Wissenschaftsprogramms Horizon 2000. Die Mission ist der Erforschung des Kometen Wirtanen gewidmet. Kometen stammen aus der Entstehungszeit unseres Sonnensystems. Während die Urmaterie, aus der sich die Planeten – also auch unsere Erde –

## ROSETTA

formten, im Laufe von Milliarden Jahren ständig verändert worden ist, blieb das Kometenmaterial unverändert. Kometen sind kosmische „Tiefkühltruhen“, dokumentieren so die Anfangsbedingungen der Entwicklung unseres Planetensystems. Der Start der Raumsonde ROSETTA erfolgt mit einer ARIANE-5 im Januar 2003. Die Sonde wird im Jahre 2011 am Komet Wirtanen ankommen. Danach wird der Orbiter den Kometen für etwa zwei Jahre umkreisen, und ein weich aufsetzendes Landegerät wird die Oberfläche des Kometen untersuchen.

Die Firma Dornier (DSS) ist der Hauptauftragnehmer für die Herstellung des Orbiters. Das DLR hat die Projektleitung für den Bau des Landers mit neun externen Partnern: ASI, CNES, MPAe, FMI, RAL, STIL, MPE, IWF, KFKI. Deutsche Forscher sind an fünfzehn Experimenten beteiligt.

■ Das deutsch-amerikanische Projekt SOFIA (Stratosphären Observatorium für Infrarot-Astronomie) besteht aus einem 2,5 m Infrarotteleskop, das in eine Boeing 747 eingebaut wird, um ab 2001 astronomische Beobachtungen aus einer Flughöhe von über 12,5 km durchzuführen. Deutschland erhält für die Beistellung des Teleskops einen 20prozentigen Anteil an der Beobachtungszeit. Im Oktober 1997 wurde das System Definition Review erfolgreich abgeschlossen. Zur Entkopplung der Flugzeug- und der Teleskop-Bewegungen voneinander

## SOFIA

wurde ein hydrostatisches Lager ausgewählt. Ein wichtiges Ereignis in 1997 war die Freigabe der Leichtgewichtung des Zerodur-Primärspiegels, der als Long-Lead-Item frühzeitig in die Fertigung gehen mußte.

Das Jahr 1998 beinhaltet für SOFIA den Abschluß der Subsystem-Auslegung mit dem Preliminary Design Review im Mai dieses Jahres. Teil dieses Prozesses war die Ausarbeitung der Schnittstellen-Dokumente zum Flugzeug in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Kontraktor unter der Führung von USRA (Universities Space Research Association).

■ Als Ergänzung zu der von ROSAT im niederenergetischen Röntgenbereich durchgeführten Himmelsdurchmusterung soll der Kleinsatellit ABRIXAS erstmals im Mittelenergie-Röntgenbereich mit einem

## ABRIXAS

abbildenden Teleskop kartieren. An den für Mitte 1999 mit einer russischen COSMOS-Rakete geplanten

Start soll sich eine dreijährige Betriebsphase anschließen. Die Wissenschaftler des Astrophysikalischen Instituts Potsdam (AIP), des Max-Planck-Instituts für Extraterrestrische Physik (MPE) in Garching sowie des Instituts für Astronomie und Astrophysik der Universität Tübingen (IAAT) erwarten während der Missionsdauer die Entdeckung von über 10.000 neuen Röntgenquellen bei Energien zwischen zwei und zehn keV. Das Bordteleskop wird die Röntgenstrahlung mit sieben aus jeweils 27 ineinandergeschachtelten Wolter-Spiegeln bestehenden „Augen“ auf einen 1,6 Meter entfernten Detektor bündeln.

Bei dem von der mittelständischen Firma OHB System GmbH mit ihren Unterauftragnehmern Zeiss und ZARM durchgeführten Vorhaben werden erfolgreich neue, vereinfachte Wege gegangen, um eine preisgünstige Mission zu erreichen. Ein großer Teil der Satellitenhard- und -software ist inzwischen gefertigt, auf Komponenten- bzw. Systemebene getestet und wird integriert. Beim Raumfahrt-Kontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen laufen die Vorbereitungen für den Betrieb von ABRIXAS.

**Forschung unter Weltraumbedingungen** ■ Vom 17. April bis 3. Mai 1998 fand die letzte Mission des von der ESA unter deutscher Federführung entwickelten SPACELAB in der Ladebuchter der US-Raumfähre Columbia statt. Neurobiologische Forschung als Beitrag zum „Decade of the Brain“ stand im Mittelpunkt

## NEUROLAB

dieser unter der Leitung der NASA und in Kooperation mit den Raumfahrtagenturen Frankreichs, Kanadas, Japans und Deutschlands sowie der ESA durchgeführten NEUROLAB-Mission. Deutschland war mit den Anlagen LBNP (Lower Body Negative Pressure Device = Unterdruckhose), dem Inkubator BOTEX und dem CEBAS-Minimodul (ein geschlossenes Lebenserhaltungssystem) sowie mit vier der insgesamt 26 wissenschaftlichen Experimente nach der NASA der zweitgrößte Partner.

Insgesamt zehn Forschergruppen aus sieben deutschen Universitäten und dem DLR waren mit Experimenten zur Auge-Hand-Koordination, zur Kreislauf-Regulation, zur neuronalen Entwicklung sowie zur Ökosystemforschung unter Mikrogravitation beteiligt. Alle im Auftrag des DLR von der deutschen Industrie gebauten Anlagen zeigten eine einwandfreie Funktion. Die wissenschaftlichen Untersuchungen lassen schon jetzt eine Vielzahl von auch für den Menschen auf der Erde sehr wichtigen und anwendbaren Erkenntnissen in der Humanphysiologie erwarten. So geben vorläufige Ergebnisse des DLR-Experiments zur sog. Orthostase-Intoleranz Hinweise für die Behandlung von Patienten mit Blutdruck- und Gleichgewichtsstörungen.

Erste Ergebnisse des Experimentes der Kölner Sporthochschule zur Auge-Hand-Koordination zeigen, daß die Handbewegungen in Schwerelosigkeit variabel und verstärkt in der Körperlängsachse orientiert sind, was auf eine komplexe sensomotorische Reorganisation schließen läßt. Die in Kooperation mit der Kanadischen Raumfahrtagentur (CSA) entwickelte DLR-Anlage zur Erfassung der Auge-Hand-Koordination wird nun bereits in einer vereinfachten Version in einem Reha-Zentrum (Köln) für Schlaganfall-Patienten auf ihre Eignung zum Einsatz in Diagnose und Therapie geprüft.

Für das CEBAS-Minimodul, an dessen wissenschaftlicher Nutzung Forschergruppen aus Bochum, Düsseldorf, Hamburg und Hohenheim sowie aus den USA beteiligt waren, war es nach STS-89 der zweite erfolgreiche Einsatz innerhalb von vier Monaten (siehe CEBAS auf STS-89).

Die starke deutsche Beteiligung an NEUROLAB war darüber hinaus ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zur Internationalen Raumstation.

■ Am 1. Juli 1997 startete die Raumfähre Columbia zum 16tägigen Wiederflug des „Microgravity Science Laboratory (MSL)“, dessen Schwerpunkt auf den Materialwissenschaften, der Fluidphysik, der Verbrennung

## SPACELAB- mission

MSL-1R (STS-94)

und der Züchtung von Proteinkristallen lag. In der Rekordzeit von weniger als drei Monaten war es der

NASA gelungen, die Columbia nach ihrem am 8. April wegen eines technischen Defekts vorzeitig abgebrochenen Weltraumflug wieder startklar zu machen. Dadurch konnten die im April vielversprechend begonnenen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten kurzfristig fortgeführt und erfolgreich abgeschlossen werden.

Deutschland war mit zehn Experimenten und den beiden Experimentanlagen TEMPUS zum berührungslosen Prozessieren von Metallen und Legierungen und QSAM zur Messung der Qualität der Schwere-

losigkeit besonders stark an dieser NASA-Mission beteiligt. Aufgrund des großen Interesses amerikanischer Wissenschaftler an einer Mitnutzung der weltweit einzigartigen deutschen Anlagen TEMPUS und QSAM hatte die NASA – wie bereits bei der IML-2-Mission im Jahr 1994 – den Mitflug kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die zehn deutschen Experimente befaßten sich mit der Züchtung von Proteinkristallen (drei Experimente, durchgeführt in einer amerikanischen Anlage), mit der Untersuchung von Metallen und Legierungen im flüssigen und insbesondere im sog. unterkühlten Zustand (6) und der Qualität der Schwerelosigkeit im Raumlabor (1). Beteiligt waren Forschergruppen aus sechs Universitäten, dem Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) und dem DLR. Die Experimente verliefen überaus erfolgreich. So wurden in TEMPUS eine Vielzahl neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und bisher nicht bekannter Daten über Metalle und Legierungen im flüssigen und unterkühlten Zustand gewonnen, die auch für industrielle Anwendungen auf der Erde von Bedeutung sein werden.

■ Das DLR engagiert sich mit mehreren Experimenten bereits im Rahmen der frühen externen Nutzung der Internationalen Raumstation und dokumentiert dadurch den hohen Stellenwert dieser neuen Groß-

forschungseinrichtung im Weltraum. Die Experimente entstammen den Bereichen

► Energietechnik: HEPTES, ein Instrument zur Thematik der thermischen Energiespeicherung;

► Lebenswissen-

schaften: SORD, ein Verfahren zur Messung der Wirkung kosmischer ionisierender Strahlung in einem menschenähnlichen Phantom;

SPORES: Auswirkungen der Weltraumbedingungen auf Organismen;

► Robotik: MANSYS, ein technologisches Experiment zum Verhalten von Manipulatorsystemen.

## DLR-Experimente für die frühe externe Nutzung der Internationalen Raum- station

Der Vorschlag FOCUS, ein intelligentes Infrarot-Instrument zur Beobachtung von „Hot Spot“-Ereignissen auf der Erde, befindet sich noch im Entscheidungsprozeß und wird im Rahmen einer Phase A vorbereitet. Seitens ESA wird derzeit die analytische Akkomodation durchgeführt. Der maximal dreijährige Missionseinsatz wird im Jahre 2002 beginnen.

■ Auf dem russischen Wiedereintrittsatelliten FOTON 11 wurden im Oktober 1997 ein Experiment zur gerichteten Erstarrung (TU München) und zwei Experimente zur Kristallzüchtung von Halbleitermaterialien (IKZ Berlin, Univ. Freiburg) durchgeführt – mit

dem Ziel, optimale Prozeßparameter und Referenzmaterialien zu erhalten und so zur Verbesserung von Herstellprozessen auf der Erde beizutragen. Es wurden dafür die beiden

russischen Öfen KONSTANTA und ZONA-M4 verwendet, die genau an die Anforderungen des jeweiligen Experiments angepaßt wurden. Als Teil der Anlage ZONA-M4 wurde außerdem die im DLR entwickelte Meßanlage QSAM beigestellt, um die niederfrequenten Anteile der Restbeschleunigungen an den Kristallisations-Experimenten sowie in der gesamten FOTON-Kapsel zu registrieren. Es wurde eine ausgezeichnete „µg-Qualität“ im Bereich  $10^{-6}$  g nachgewiesen.

## Nutzung des russischen Wiedereintritts- satelliten FOTON 11



■ Mit der pünktlichen Landung der Raumfähre Endeavour am 31. Januar 1998 am KSC kehrten nach acht Tagen auch die drei vom DLR beigestellten Experimentanlagen zur Erde zurück. In zwei vollautomatisierten materialwissenschaftlichen Geräten wurden Experimente zur Herstellung von Halbleiter-Einkristallen für elektroni-

## CEBAS auf STS-89

durchgeführt. Daneben stand der Erstflug des CEBAS-Minimoduls im Mittelpunkt des Interesses der deutschen Wissenschaftler.

Bei CEBAS handelt es sich um ein in sich geschlossenes künstliches Ökosystem aus Süßwasserfischen, Schnecken, Wasserpflanzen und Mikroorganismen, das unter der Leitung von der Universität Bochum konzipiert und von der Firma OHB im Auftrag des DLR gebaut worden war. Unter künstlicher Beleuchtung produzieren die Wasserpflanzen den für die anderen Organismen notwendigen Sauerstoff, während das von den Fischen, Schnecken und Mikroorganismen abgegebene Kohlendioxid sowie Stickstoffverbindungen wiederum von den Pflanzen aufgenommen werden. Zum einen war der erfolgreiche Flug ein Modellversuch für größere, in sich geschlossene Lebenserhaltungssysteme, die bei späteren Langzeitaufenthalten von Menschen im All Sauerstoff, Trinkwasser und Nahrung produzieren und anfallende Abfallstoffe biologisch wiederaufbereiten können. CEBAS trägt damit auch zum Verständnis biologischer Kreisläufe im „Ökosystem Erde“ bei. Zum anderen war das wissenschaftliche Augenmerk auf jeden einzelnen Bewohner von CEBAS gerichtet: In enger Kooperation zwischen deutschen und amerikanischen Biologen werden mehr als ein Dutzend Forschungsvorhaben Aufschluß

sche Anwendungen sowie zur Optimierung des technologisch wichtigen „Läuterungs“-Prozesses (Qualitätssteigerung hochwertiger Gläser) erfolgreich

über die Auswirkungen der Weltraumbedingungen auf Physiologie, Morphologie und Biochemie der Organismen geben. Erste Ergebnisse deuten bereits an, daß die Einlagerung von Calcium in Mikrogravitation verändert ist, ein im Rahmen der Knochenbildung auch für den Menschen auf der Erde wichtiger Prozeß.

■ Am 2. und 3. Juni 1998 fand in Leuven ein Workshop statt, auf dem die Ergebnisse der im ESA-Biorack auf drei Shuttle/MIR-Missionen (März 1996 bis Mai 1997) durchgeführten Versuche vorgestellt wurden.

## ESA Biorack auf den Shuttle/ MIR-Missionen

Insbesondere über die Auswirkungen der Weltraumbedingungen auf die Messung und Wirkung von Weltraumstrahlung.

Der Workshop machte deutlich, daß die mit dem ESA-Biorack, einem biologischen Laborschrank mit Zentrifugen und Brutschränken, durchgeführten Experimente wichtige Beiträge zu einem tieferen Verständnis der Wirkungen der Schwerkraft auf der zell- und molekular-biologischen Ebene geliefert haben. Auf dieser Grundlage erwartet man von der künftigen Anlage BIOLAB, die für den Einsatz auf der Internationalen Raumstation konzipiert ist, weitere Erkenntnisse über den die Evolution und das Leben aller Organismen bestimmenden Faktor Schwerkraft.

Insgesamt elf deutsche Experimente von sieben Forschergruppen, davon zwei aus dem DLR, befaßten sich mit Fragen der Schwerkraftwahrnehmung und -verarbeitung durch Mikroorganismen und Pflanzen sowie der Messung und Wirkung

■ Die erfolgreiche Abstimmung mit den internationalen Partnern wurde auch im vergangenen Berichtszeitraum maßgeblich erreicht in den beiden strategischen Arbeitsgruppen für Bio- und Materialwissenschaften, der International Space Life Sciences Working Group (NASA, CNES, CSA, ESA, NASDA und DLR) sowie der International

## Forschung unter Weltraum- bedingungen in internationaler Abstimmung

Microgravity Sciences Planning Group (NASA, ASI, CNES, CSA, ESA, NASDA und DLR). In beiden Arbeitsgruppen stand nach der Verabschiedung des Strategischen Plans (für die Biowissenschaften in 1995, für Materialwissenschaften im Oktober 1997) die künftige Nutzung der Internationalen Raumstation im Mittelpunkt. In verschiedenen Dokumenten wurde die Beistellung von zwei deutschen Anlagen zur Human Research Facility

der NASA im US-Labor vereinbart: die Unterdruckhose LBNP (Lower Body Negative Pressure Device) und das 3D Eye Tracking Device zur Erforschung des Gleichgewichtsorgans über die Registrierung von Augenbewegungen. Beide Anlagen sind bereits in der Entwicklung durch die deutsche Raumfahrtindustrie.

■ Das DLR hat Ende 1996 mit der Fallturmbetriebsgesellschaft FAB in Bremen einen Nutzungsvertrag geschlossen. Dieser sieht für wissenschaftliche Vorhaben, die Versuche in 4,5 Sekunden Schwerelosigkeit

durchführen können, ca. 250 Abwürfe pro Jahr über eine Dauer von drei Jahren vor. Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 238

## „Mini“-Missionen Fallturm, TEXUS 38

Abwürfe für 14 Forschungsvorhaben zu den Themen Verbrennung, Fluidodynamik, Gravitationsbiologie, Tankentwicklung und Äquivalenzprinzip/Gravitationstheorie durchgeführt.

Während der ca. sechsminütigen Schwerelosigkeitsphase der Raketennutzlast TEXUS 36 (Februar 1998) wurden vier wissenschaftliche Experimente im Auftrag des DLR durchgeführt. Die Zielsetzung des Experiments „Plasmakristall“ des MPI für Extraterrestrik aus Garching, bestand in der Erzeugung eines dreidimensionalen Plasmakristalls, einer makroskopisch sichtbaren periodischen Anordnung von Staubpartikeln in einem ionisierten Edelgas zur Untersuchung

von Phasenübergängen und zum Verständnis von stark gekoppelten Systemen sowie kolloidalen Plasmen als Vorbereitung von Langzeitexperimenten.

In dem Experiment von ACCESS e.V. (Aachen) wurde die Bildung von Instabilitäten bei der gerichteten Erstarrung einer transparenten Modell-Legierung in Abhängigkeit von der Erstarrungsgeschwindigkeit und der Konzentration der Legierungsbildner zur Überprüfung eines theoretischen Modells untersucht.

Die Forschungsergebnisse der Universität Freiburg zur quantitativen Analyse der Marangonikonvektion in einer Siliziumschmelzzone haben Bedeutung für die Verbesserung des kristallinen Basismaterials für elektronische Bauelemente.

Von der Universität Erlangen wurde ein Experiment durchgeführt, in dem die Rolle eines wichtigen Botenstoffs in der Zelle eines Geißeltierchens bei der Verarbeitung des Schwerkraftreizes untersucht wird. Der Versuch leistet damit einen Beitrag zum Verständnis der Evolution des Lebens auf unserer Erde.

# Schwerpunkt Luftfahrt

Das Ziel der Forschungs- und Technologiearbeiten im Schwerpunkt Luftfahrt des DLR ist die Entwicklung und Bereitstellung effizienter Auslegungs- und Entwurfsverfahren sowie anwendungsreifer Technologien für die Realisierung und den Betrieb zukünftiger Luftfahrtsysteme. Viele der Forschungsarbeiten erfolgen im nationalen Verbund mit Industrie und Hochschulen sowie mit den 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. Dies entspricht auch den von der Bundesregierung formulierten Zielen der „Leitlinie Luftfahrtforschung nach 1998“.

Konkret stehen dabei die Verbesserung

- ▶ der Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit
- ▶ der Umweltverträglichkeit (Lärm und 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.

In den vergangenen zwei Jahren wurde die Struktur der Programme und Teilprogramme des Schwerpunkts Luftfahrt des DLR grundlegend überarbeitet. Dabei wurden die Programme stärker system- und kundenorientiert gestaltet, zum Teil auch in Anlehnung an die Leitkonzepte des Luftfahrtforschungsprogramms der Bundesregierung.

Die seit Jahren praktizierte Zusammenarbeit des DLR mit der niederländischen Partnerorganisation NLR beim Deutsch-Niederländischen Windkanal (DNW) wurde auf die luftfahrtrelevanten Windkanäle beider Forschungseinrichtungen ausgeweitet. Damit wurden die Weichen für eine Optimierung der Windkanalkapazität beider Einrichtungen und für eine engere Zusammenarbeit gestellt. Der Zusammenschluß ist offen für den Beitritt weiterer Partnerinstitutionen.

■ Mit dem im DLR entwickelten Verfahren der robusten Regelung konnte für das Flugzeug A340-600 ein Zusatzregler zum normalen elektronischen Flugregelungssystem gebaut werden, der bei Triebwerksausfall die am Seitenruder auftretenden maximalen Scherkräfte auf weniger als die Hälfte reduziert. Das System gleicht eine eventuelle „Überreaktion“ des Menschen in Ausnahmesituationen aus, so daß die Ausregelung von Störmomenten nicht mehr von der Schrecksekunde des Piloten/Fahrers abhängt. Mit dem gleichen Verfahren wurde eine robuste

## Neue Entwurfs- verfahren

Lenkregelung für Automobile entworfen. Ihre Sicherheitsvorteile wurden in Fahrversuchen bei einem namhaften deutschen Automobilhersteller nachgewiesen. In beiden Anwendungen beruht der Erfolg darauf, daß eine gemessene Abweichung der Gierrate (Drehung um die vertikale Achse eines Flug-/Fahrzeugs) gegenüber dem vom Piloten bzw. Fahrer kommandierten Wert sofort zu einer Korrektur des Seitenruder- bzw. Vorderrad-Einschlags führt. Eine Besonderheit des DLR-Konzepts ist seine Robustheit gegenüber großen Parameterschwankungen (Masse, Geschwindigkeit, Kraftschluß, Staudruck, etc.). Neben Sicherheitsaspekten hat das System einen weiteren Vorteil: Durch die Verminderung der am Ruder auftretenden Kräfte kann man leichter bauen und so Gewicht und Kosten sparen. Für diese Arbeiten erhielten die Mitarbeiter des DLR zwei internationale Preise (Nichols Medal der International Federation of Automatic Control sowie Bode Prize der IEEE Control Society) auf dem Gebiet der elektronischen Flug-Regelung.

Die numerische Simulation ist in der Flugtechnik und insbesondere in der Aerodynamik ein wesentliches Werkzeug für den Flugzeugentwurf geworden. Optimale Entwürfe im Hinblick auf Flugleistung und Flugeigenschaften können zunehmend mit Hilfe der Numerik geformt werden. Ein bedeutender und anerkannter Numerik-Baustein in der Aerodynamik ist der im DLR zusammen mit der Industrie und Universitäten

entwickelte Aerodynamik-Code MEGAFLOW. Dieses spezielle Verfahren dient der genaueren Berechnung von kompletten Flugzeugen bei Start, Landung und im Reiseflug. Diese jetzt seit drei Jahren laufende integrierte Software-Entwicklung hat wichtige Meilensteine erfolgreich erreicht. So konnte für den Reiseflug die Strömung um ein komplettes Verkehrsflugzeug mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Des Weiteren wurde demonstriert, wie dieses Verfahren zur Optimierung von Hochauftriebs-Klappen-Systemen, z.B. hoher Auftrieb bei guter Gleitzahl, beitragen kann. Dieses leistungsfähige Verfahren wird inzwischen als Standard-Verfahren von der deutschen Luftfahrtindustrie eingesetzt. Und genau das war und ist das Besondere an MEGAFLOW: ein einheitlicher Standard für das Entwurfsverfahren.

Bei konventionellen Flugzeugen herrscht im Reiseflug am Höhenleitwerk ein beträchtlicher Abtrieb, der ausgeglichen werden muß und somit Leistungsverluste bewirkt. Verkehrsflugzeuge mit einem weiter vorne liegenden zusätzlichen Höhenleitwerk (Canard-Konfiguration) können deutliche Leistungsverbesserungen gegenüber den konventionellen Heck-Leitwerks-Anordnungen bringen, da mit den in Bugnähe angeordneten zusätzlichen Auftriebsflächen ein Auftrieb erzeugt wird, der auch zur Verringerung der Flügelbelastung beiträgt. Es wird erwartet, daß durch diese Dreiflächenkonfiguration eine Senkung der direkten Betriebskosten um mehr als fünf Prozent erzielt werden kann. Im DLR wurden verschiedene Formen und Anbringungen eines vorn liegenden Leitwerks untersucht und aerodynamisch bewertet. Die interdisziplinäre Gesamtauslegung für ein Großraumflugzeug läuft zur Zeit. Erste Ergebnisse scheinen die erwarteten Leistungsvorteile zu bestätigen.

Ausgehend von dem vorhandenen Mehrkörpersimulationsprogramm SIMPACK wurden Methoden und Software zum integrierten Entwurf von komplexen technischen Systemen entwickelt. Damit ist es möglich, ein mechatronisches Gesamtsystem unter Einbeziehung der Ergebnisse aller bei der Entwicklung beteiligten Fachdisziplinen zu analysieren und auszulegen. Mit dieser Entwurfsumgebung können Aussagen über Stabilität und Störverhalten (Komfort) bis hin zur Schadensanalyse gemacht werden. Zu den neu hinzugekommenen Verfahren gehört ein strukturiertes und effizientes Datenhandling-Konzept für die Mehrkörpersimulation. Dieses berücksichtigt die Einbindung von Daten aus CAD-, FEM- und Regelungsprogrammen ebenso wie den Produktentwicklungszeitraum und die Datenverwaltung von Produktfamilien. Hierdurch wird eine optimale Einbindung in den parallelen, integrierten, rechnergestützten Produktentwicklungsprozeß, das Concurrent Engineering, gewährleistet. Weiterhin wurde die Verwendung der mehrzieligen numerischen Optimierung ermöglicht. Somit stehen eine Reihe von Analysemethoden für lineare und nichtlineare Systembetrachtungen zur Verfügung. Die Methode wird mit Industriepartnern in einer Studie für den integrierten Entwurf von Flugzeug und Fahrwerk genutzt. Ziel ist hierbei der Entwurf eines optimierten passiven sowie eines semi-aktiv geregelten Stoßdämpfers, der die Belastung der Zelle so gering wie möglich hält, indem er den Design-Konflikt zwischen Auslegungsanforderungen für den Landestoß und für das Rollen überwindet.

■ In der industriellen Fertigung werden Flugzeuge heute überwiegend noch genietet. Gegenüber diesem zeit- und kostenintensiven Verfahren bringen neue Fügeverfahren ökonomische Vorteile. Tests mit einem

## Neue Herstellungs- verfahren

neuen und kostengünstigen Schweißverfahren, dem Friction-Stir-Welding, FSW, zeigten, daß dieses Verfahren besonders geeignet

ist für das automatische Schweißen von Aluminium-Blechen. Hierbei werden durch einen rotierenden Stift, der zwischen den zu verbindenden Werkstücken geführt wird, diese über die dabei entstehende Reibung so erhitzt, daß sie miteinander verschmelzen. Erste Versuche mit der bisher als nicht schweißbar angesehenen, aber meist verwendeten Aluminiumlegierung für Flugzeugrumpfstrukturen (2024-T3) sind sehr positiv verlaufen.

Der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen nimmt im Flugzeugbau einen stetig wachsenden Anteil ein. Wegen der Größe und Komplexität der Bauteile müssen aber besondere Verfahren zur Herstellung und Verbindung dieser Bauteile entwickelt werden. So wurde im DLR in Braunschweig die bewährte Resin-Transfer Moulding Technik, welche die Druckdifferenz zwischen Autoklav- und Injektionsdruck ausnutzt, weiterentwickelt zum Differential-Pressure Resin-Transfer Moulding, DP-RTM. Es erspart Lagerkosten für Prepregs und erlaubt das Einbringen trockener Faserformlinge in flexible und damit kostengünstige Formhälften. Der Differenzdruck stabilisiert und schließt einerseits die Form, andererseits läßt sich nach der Harzinjektion damit auch der Fließ- und Aushärteprozeß gezielt beeinflussen. Die ebenfalls im DLR

entwickelte Einseitennähtechnik ermöglicht komplexe Vorformlinge und führt zu höherer Schadenstoleranz der fertigen Struktur. Neben offenzelligen Strukturen, wie Teilschalen, Holmen etc. lassen sich mit diesem Verfahren auch hochintegrierte, monolithische Bauteile herstellen. So kann man zum Beispiel doppelwandige Strukturen mit integrierten Schubstegen fertigen, indem man Silikonkerne einlegt, mit Deckschichten versieht, abdichtet und anschließend im Autoklaven injiziert und aushärtet. Die Silikonkerne können nach dem Aushärten wieder entfernt werden. Der Vorteil einer solchen integralen Bauweise liegt nicht zuletzt in geringen Fertigungskosten, weil der Montageaufwand niedrig gehalten wird. Durch Vermeidung von Fugstellen läßt sich zudem das Strukturgewicht senken. Unter anderem wurden ein vier Meter langer Flügelholmschnitt, verschiedene Rippen-Haut-Verbinder, ein Spantbogen und Verkleidungen hergestellt und getestet. In enger Kooperation mit der Dasa werden auf der DP-RTM-Technologie basierende Fertigungskonzepte für den CFK-Außenflügel und das Druckschott des geplanten Airbus A3XX erarbeitet.

Zur Erhöhung des Wirkungsgrades und zur Verminderung der Schadstoffemissionen von Flugzeugtriebwerken wurden Scheiben-Schaufel-Verdichter-Bauteile (Bling) aus langfaserverstärkten Titanlegierungen hergestellt. Die hohe thermische Stabilität des im DLR entwickelten Verbundsystems SiC-SCS6/IMI834 konnte bis zu Temperaturen von 750 Grad Celsius und Glühzeiten bis zu 3.000 Stunden bestätigt werden. Durch die analytische Transmissions-Elektronenmikroskopie wurde in diesem Verbundsystem ein Selbststabilisierungseffekt nachgewiesen, der eine Reaktion zwischen Fasern und Matrix bis zu Temperaturen von etwa 700 Grad Celsius unterbindet. Im Vergleich zu Verbundwerkstoffen, die nach anderen Herstellungsverfahren prozessiert waren, ergaben Ermüdungsuntersuchungen an diesen speziellen Verbundwerkstoffen eine um ein bis zwei Zehnerpotenzen größere Lebensdauer. Diese wird auf die faserschonende Verbundherstellung, auf eine Reduzierung der oberflächeninduzierten Ribbildung und auf die bei Anwendung des DLR-Herstellungsverfahrens äußerst homogene Faserabstandsverteilung zurückgeführt.

■ Zur zerstörungsfreien Prüfung von CFK-Laminaten hat sich die Ultraschalltechnik bewährt. Im DLR wurde diese Prüftechnik derart verfeinert, daß nicht nur die Größe von Delaminationen, sondern auch ihre

## Neue Prüfverfahren

genaue Lage in Dickenrichtung einwandfrei bestimmt und aufgezeichnet werden kann. In diesem Zusammenhang wurde das mobile System MUSE

entwickelt, das über ein neuartiges Ankopplungssystem mit Wasserumlauf verfügt und damit einen ökonomischen Einsatz für die Untersuchungen von Flügel- und Rumpfstrukturen während der Wartung ermöglicht. Außerdem wurde ein flexibler Scanner konstruiert und gebaut, der Prüfungsgeschwindigkeiten bis zu einem m/s erlaubt, so daß große Strukturen schnell geprüft werden können. Selbst eine Ankopplung über das Medium Luft war erfolgreich. Beulen von Flächentragwerken wird meist unter quasi-statischer Last untersucht, weil hohe Lastfrequenzen oder sehr kurze Stoßlasten zu höheren Beulsicherheiten führen. Neuere Untersuchungen zeigen aber, daß eine Interaktion zwischen der Dynamik des Beulens und der Belastung in bestimmten Frequenzen zu erheblich niedrigeren Beullasten und damit zu einer geringeren Sicherheit führen. Um dieses Phänomen auch im Versuch zu bestätigen und entsprechend relevante Rechenmodelle entwickeln zu können, wurde die weltweit einmalige Anlage für dynamische Beulversuche konstruiert und gebaut. Der Einfluß kombinierter thermischer und mechanischer Lasten auf das Verhalten von Platten und Schalen kann in der Versuchsanlage THERMEX studiert werden. Besonders hervorzuheben ist hierbei die patentierte Einspannungsvorrichtung, die eine Querdehnung infolge Druckbelastung oder Temperaturänderung nicht behindert und damit das Verhalten von Strukturen realistischer erfaßt.

Der im DLR aufgebaute neue gläserne Brennkammer-Prüfstand hat seine Bewährungsprobe bestanden: Mit einem laseroptischen Meßverfahren konnten erstmals zweidimensionale Temperaturfelder bei hohen Drücken bestimmt werden. Wesentlicher Bestandteil dieses Prüfstandes ist der in trilateraler Zusammenarbeit zwischen BMW-Rolls Royce, MTU und DLR entwickelte Brennkammersektor, der bis zu realen Betriebsbedingungen durch spezielle Fensterkonstruktionen den optischen Zugang auch durch die Flammrohrwand gestattet. Somit ist nunmehr der Einsatz eines ganzen Spektrums abbildender spektrometrischer Meßverfahren ohne Veränderung der Brennkammergeometrie möglich.

■ Bereits im Jahr 1938 hatte W. Liebe, der Erfinder des Grenzschichtsauns, die Deckfedern von Vogelflügeln als Hochauftriebshilfe gedeutet. Das Aufstellen der Deckfedern beim Landeanflug von Vögeln ist zwar leicht zu beobachten, genauere aerodynamische Untersuchungen gab es jedoch bisher nicht. Im Windkanal wurden

## Von der Natur lernen

jetzt an einem spezifischen Laminarprofil des Flügels eines Motorseglers, der mit beweglichen Klappen ausgerüstet wurde, ca. 150 Variationen von Klappenstellungen untersucht. Entsprechende Vergleichsflüge mit einem Motorsegler der Firma Stemme ergaben, daß die ermittelten Flugdaten mit einer Maximalauftriebs-erhöhung von elf Prozent genau den vorher gemessenen Windkanaldaten entsprachen. Es zeigte sich auch, daß in extremen Fluglagen – wie z. B. Trudeln mit vollständig abgerissener Strömung – das Flugzeug besser steuerbar blieb als ohne bewegliche Klappen. Nunmehr richten sich die Forschungsaufgaben zu diesem Thema auf die Anwendbarkeit dieser Rückstromklappen bei Verkehrsflugzeugen.

Möglichst glatte Oberflächen wurden in der Vergangenheit als äußerst reibungsarm und damit als strömungsgünstig angesehen. Untersuchungen an Hai-fischen ergaben jedoch, daß deren feine Oberflächenstruktur sich als vorteilhafter erwies. Nachdem dieses Prinzip der feinen Oberflächenstruktur auch im Flugzeugbau erprobt wurde, wobei die dabei aufgeklebten Folien eine Dreiecksstruktur aufwiesen und eine

Wandreibungsminderung von fünf Prozent erbrachten, veränderte man nunmehr die Oberflächenstruktur der Folie. Mittels Trapezrillen-Oberflächen konnte eine Wandreibungsminderung von acht Prozent im Vergleich zu einer glatten Wand erzielt werden. Als zusätzlicher Vorteil wurde festgestellt, daß man bei den Trapezrillen und bei durchsichtigem Plastikmaterial durch den flachen Rillengrund unverzerrt hindurchsehen kann, was für Riß-Inspektionen bei Flugzeugen wichtig ist. Außerdem zeigte sich bereits an Flugversuchen mit Flugzeugen des Typs A320 und A340, daß auch der Verschmutzungsgrad bei einer Dreiecksstruktur der Folienoberflächen aufgrund des Lotos-Effektes (Lotosblätter weisen eine Mikrostruktur auf, die selbstreinigend wirkt) deutlich geringer ausfiel als bei einer glatten Oberfläche. Dies bewirkt neben der angestrebten Verringerung der Wandreibung auch eine Reduzierung des Wartungsaufwandes. Es wird erwartet, daß der Einsatz der Folien mit Trapezrillen noch weitere Verbesserungen ermöglicht. Die Anwendung dieser Technik ist besonders bei Langstreckenflugzeugen sinnvoll. Berechnungen ergaben, daß eine A340-300, zu 70 Prozent seiner Oberfläche mit Trapezfolien beklebt, drei Prozent weniger Treibstoff verbraucht, was zu erheblichen Kosteneinsparungen bei den Luftverkehrsgesellschaften führt. Für diese Arbeiten wurden Dr. Bechert und seine Mitarbeiter mit dem angesehenen Philip-Morris-Forschungspreis 1998 in der Sparte „Transport und Verkehr“ ausgezeichnet.

■ Bei der Luftverkehrskontrolle ist die maximale Anzahl der kontrollierbaren Flugbewegungen in einem Sektor, d.h. die Sektorkapazität, ein entscheidender Sicherheitsparameter. Das Ziel der Verkehrsflußsteuerung besteht darin, mit geeigneten Regulierungsmaßnahmen eine Überschreitung der Sektorkapazität und damit eine Verkehrsüberlastung zu vermeiden. Seit 1996 ist im Bereich von 31 europäischen Staaten die Central Flow Management Unit (CFMU) von EUROCONTROL verantwortlich für die Kontrolle von 15.000 bis 20.000 Flügen pro Tag. Annähernd 25 Prozent dieser Flüge werden deshalb reguliert,

## Optimierung der Verkehrsfluß- steuerung

weil sie einen hochbelasteten Bereich durchfliegen, d.h. jedem dieser Flüge wird ein neuer (späterer) Abflug-Zeitraum (Slot) zugewiesen. Von der CFMU wird ein rechnergestützter Abflug-Zeitraum-Algorithmus (CASA) angewendet. Jüngste Untersuchungen haben gezeigt, daß mit CASA Lösungen erzeugt werden, deren Gesamtverspätung um ca. 30 Prozent über dem optimalen Wert liegen. Angeregt durch die Zusammenarbeit im Rahmen eines EU-Projektes (NOAA) konnte gemeinsam von DLR und der niederländischen Partnerorganisation NLR auf der Basis linearer Programmierung ein neuer theoretischer Ansatz gewonnen werden, der es ermöglicht, in kurzen Rechenzeiten den optimalen Wert zu berechnen. Die Leistungsfähigkeit des gewählten Ansatzes konnte anhand von Beispieldaten des französischen Luftraums nachgewiesen werden. Auch die Anwendung auf CFMU-Datensätze eines Tages mit 7.000 regulierten Flügen bestätigte das Potential der Methode bezüglich Rechenzeit und Optimalität.

Ein wichtiger Lösungsansatz für die zunehmenden Kapazitätsprobleme im Luftraum ist das Free-Flight-Konzept. In einem Free-Flight-Luftraum sollen Flugzeugführer die Möglichkeit haben, ohne vorherige Freigabe der Flugsicherheitskontrolle ihren Flugweg optimal zu gestalten. Dies soll eine bessere Ausnutzung des knappen Luftraums und eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bewirken. Eine zwingende Voraussetzung hierfür ist die bordautonome Abstandswahrung der beteiligten Flugzeuge ohne Eingreifen der Flugsicherung. Dabei sollte die Sicherstellung des Abstandes aus Gründen der Sicherheit, des Passagierkomforts und auch der Wirtschaftlichkeit nicht durch kurzfristige Ausweichmanöver erfolgen. Somit wird dem Piloten durch das Free-Flight-Konzept eine zusätzliche Aufgabe zugewiesen, nämlich die frühzeitige Planung und die Sicherstellung des erforderlichen Abstandes zu anderen Flugzeugen im Luftraum. Diese Aufgabe ist nur mit neuen Bordsystemen (DataLink, erweitertes Flight-Management-System, Traffic Situation Displays) zu erfüllen. Im DLR wird derzeit ein „Intelligentes Piloten Assistenzsystem“ (IPA) für Free-Flight entwickelt. IPA ist in der Lage, über eine eigene Situationserkennung und -bewertung unaufgefordert die benötigte Unterstützungsleistung anbieten zu können. Somit können auftretende Konflikte mit anderen Flugzeugen dem Piloten nicht nur angezeigt werden, sondern es werden auch gleich selbstständig Lösungsvorschläge für den Konflikt generiert und angezeigt. Der Pilot kann daraus sein Ausweichmanöver auswählen, welches dann automatisch vom Flight-Management-System abgefliegen wird.



Zur Erhöhung des Situationsbewußtseins der Aircrew vor allem in bodennahen Flugphasen (Landeanflug, Rollen am Boden) wurde im Rahmen des Verbundvorhabens Cockpit im Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung ein erstes Funktionsmodell eines erweiterten Sichtsystems (Enhanced Vision System, EVS) entwickelt. Kern dieses Systems ist ein Fusionsprozeß, der Informationen über den inneren Flugzustand, umgebende Hindernisse sowie Anweisungen und Planungsdaten der Flugsicherung zusammenführt. Ein hierdurch gewonnenes, künstliches Bild der Situation kann dem Piloten im Cockpit visuell in leicht verständiger Form angeboten werden. Primäre Informationsquelle für dieses System ist neben einer umfangreichen Geländedatenbank ein vorausschauendes, abbildendes Millimeterwellenradar, das von Daimler-Benz Aerospace entwickelt wurde. Dieses im Prototypenstadium befindliche Sensorsystem liefert witterungsunabhängig bildhafte Information über Gelände und Hindernisse. Zur Erprobung der Enhanced Vision Funktionalität wurde ein EVS-Demonstrator aufgebaut und in den Airbus A340 Full-Flight Simulator des Zentrums für Flugsimulation Berlin (ZFB) integriert. Das A340-Cockpit wurde um ein modifiziertes Primary Flight Display erweitert, das statt eines künstlichen Horizontes ein aus Geländedaten und Radarbildern fusioniertes Bild der vorausliegenden Landschaft anbietet. Die hierzu benötigten Radarsignale wurden in Echtzeit von einer in Eigenentwicklung hergestellten Radarsimulationssoftware berechnet. Piloten der Deutschen Lufthansa konnten mit dem so modifizierten Simulator bereits erste Versuchsflüge durchführen und wertvolle Hinweise zur Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstelle liefern. Mit dieser integrierten EVS-Simulation steht nun erstmals eine Versuchsumgebung zur Verfügung, die zum einen die realitätsnahe Bewertung von Enhanced Vision Systemen erlaubt und zum anderen eindrucksvoll das Potential dieser Technologie demonstrieren kann.

■ Die Reduktion des Fluglärms insbesondere im Flughafennahbereich ist weiterhin eine wesentliche Aufgabe der Luftfahrtforschung. Wegen der unbestreitbaren Erfolge bei der Reduzierung des Trieb-

werklärms spielt nunmehr der Umströmungslärm bei der Landung von zivilen und militärischen Flugzeugen eine zunehmend wichtigere Rolle. Zur weiteren Senkung muß gezielt im Flug nach den dominieren-

## Verbesserte Verfahren zur Lärm- messung und Lärmreduzierung

den Lärmquellen am Flugzeug gesucht werden, um dann die erforderlichen konstruktiven Änderungen vornehmen zu können. Das DLR hat mit Hilfe einer größeren Zahl von relativ nah beieinander angeordneten (Richt-)Mikrofonen den abgestrahlten Lärm von Flugzeugen in niedriger Flughöhe aufgezeichnet. Bei der späteren Auswertung dieser Signale mit dem Rechner wird jeweils auf einen Punkt am Flugzeug fokussiert und der Fokus mit dem Flugzeug mitbewegt. Erst durch diese Mitbewegung wird eine Analyse der Schallquellen wegen der sonst zu kurzen Meßzeit und verfälschenden Doppler-Frequenzverschiebung überhaupt möglich. Dieses für Untersuchungen an schnellen Schienenfahrzeugen entwickelte Verfahren wurde vermutlich erstmals am fliegenden Flugzeug eingesetzt. In Kooperation mit der Wehrtechnischen Dienststelle Manching und dem Ingenieurbüro akustik-data wurde die Lärmemission eines Panavia Tornado im Hochgeschwindigkeitsflug untersucht, anschließend wurde die Lokalisierung der Schallquellen an landenden Verkehrsflugzeugen

in Angriff genommen. Hierzu war eine Verbesserung des Verfahrens erforderlich, um die Verteilung der Schallquellen zweidimensional und mit besserer Auflösung sowie in größerer Entfernung vom Flugzeug bestimmen zu können. Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projekts wurde eine aus 111 Mikrofonen bestehende akustische Richtantenne auf einer acht mal acht Meter großen Platte montiert und im September 1997 am Flughafen Frankfurt eingesetzt. Insgesamt wurden die Signale von 160 Landeanflügen aufgezeichnet. Erste Analysen der noch in der Auswertung befindlichen Datenmengen zeigen, daß bei der Landung der leisesten modernen Flugzeuge die Umströmungsgeräusche eine vergleichbare Größenordnung mit den Triebwerksgeräuschen aufweisen. In Abhängigkeit vom Flugzeugtyp lassen sich die Lärmquellen näher bestimmen. So wurde bei einem bestimmten Flugzeugtyp festgestellt, daß zwei Schallquellen am Flügelende die Landegeräusche dominieren, wobei diese deutlich hörbar sind und leicht als Triebwerkslärm mißdeutet werden können. Vergleiche mit anderen Flugzeugtypen zeigen, daß diese Lärmquellen konstruktiv vermeidbar sind, obwohl die Ursache der Schallemissionen noch nicht genau bekannt ist. Windkanaluntersuchungen an Flugzeugbauteilen sollen helfen, diese hinsichtlich ihrer Lärmabstrahlung zu optimieren.

■ Strahltriebwerke von Flugzeugen verbrennen Kerosin mit Luft. Die Verbrennungsprodukte werden in die Atmosphäre emittiert und verändern deren chemische und klimatische Eigenschaften. Ein großer Teil dieser Emissionen erfolgt im Reiseflug in Höhen zwischen neun und zwölf Kilometern. Das DLR hat die Emissionen des Luftverkehrs

## Schadstoffe in der Luftfahrt

und ihre Auswirkungen auf den Zustand der Atmosphäre über mehrere Jahre im Rahmen von nationalen und internationalen Forschungsprogrammen und mit der finanziellen Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), des BMBF (nationales Programm „Schadstoffe in der Luftfahrt“) und der Europäischen Union intensiv erforscht. Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß der Luftverkehr zu knapp zwei Prozent zu den globalen Emissionen von Kohlendioxid durch Verbrennung fossiler Treibstoffe beiträgt. In der oberen Troposphäre in mittleren Breiten, wo der Luft-

verkehr als alleiniger Verursacher anzusehen ist, vergrößert der Luftverkehr die Konzentration an Ozon um ca. vier bis acht Prozent. Die Stickoxide verursachen keinen Ozonabbau, sondern im Gegenteil eine Ozonzunahme. Das zusätzliche Ozon vergrößert den Treibhauseffekt der Atmosphäre. Gleichzeitig vermindert es den Gehalt von Methan, einem weiteren Treibhausgas, was einen Teil des Ozoneffekts wieder ausgleicht. Zudem bewirken die Emissionen Kondensstreifen und eine Zunahme von Zirruswolken, die ebenfalls zu einer schwachen Erwärmung der Atmosphäre beitragen. Gegenwärtig wird im Rahmen des Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, eine Bestandsaufnahme des Wissens erarbeitet, die Anfang 1999 erscheinen soll und einige dieser Effekte noch genauer beziffert.

# Schwerpunkt Energietechnik

Die Arbeiten, die in diesem Schwerpunkt durchgeführt werden, verfolgen das Ziel, wirtschaftlich umsetzbare Beiträge zur rationellen, umweltfreundlichen Energieversorgung, zur Fertigungstechnik mit Lasern und zur Entwicklung der Lasertechnik selbst zu liefern.

Die Struktur der Programme und Teilprogramme ist in den letzten zwei Jahren neu organisiert worden. Hierbei stand im Vordergrund, sich neu nach den veränderten Rahmenbedingungen sowie den Erfordernissen der durchgeführten Projekte auszurichten.

Die erfolgreiche Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern in allen Programmen und Teilprogrammen wurde fortgesetzt und konnte weiter intensiviert werden.

■ Für das Solarforschungsprogramm des DLR war 1998 ein Jahr der Umorientierung. Nachdem das BMBF der Technologie solarthermischer Stromerzeugung seine Unterstützung entzogen hat, war insbesondere die DLR-Präsenz auf der Plataforma Solar de Almería (PSA) auf andere Weise zu gestalten und zu finanzieren. Drei große EU-geförderte Projekte, bei denen sich das DLR an internationalen Verbänden mit Industrie und anderen Forschungseinrichtungen beteiligt, erlauben für die nächsten zwei Jahre, mit Projektmannschaften in Almería präsent zu sein und dabei wichtige Ziele der Kostensenkung von Solarkomponenten und -systemen zu realisieren. Bei einem dieser Projekte geht es um preisgünstigere Fertigungs- und Montageverfahren für Dish-Stirling-Systeme, die die Systemkosten von derzeit 22.000 DM/kW auf 12.000 DM/kW senken sollen. Damit wird diese Technik dezentraler Solarstromerzeugung in der Leistungsklasse von sieben bis 20 kW mit der heute schon marktgängigen Photovoltaik gleichziehen.

## Solar- energie

Eine weitere Verbesserung dieser Dish-Stirling-Technik verspricht die Hybridisierung durch einen Gasbrenner, der dem Stirlingmotor die nötige Energie zuführt, wenn die Sonne nicht ausreichend scheint. 1998 wurde dazu der neu entwickelte Natrium-Heat-Pipe-Receiver für eine 10 kW-Dish-Stirling-Anlage erfolgreich im Hybridbetrieb getestet, der die konzentrierte Solarstrahlung und die Wärmeenergie eines Gasbrenners parallel oder alternativ dem Stirlingmotor zuführt. Die Kapillarstruktur einer solchen Heat-Pipe kann nach aktuellen Experimenten dieses Jahres auch mit dem DLR-Plasma-spritzverfahren günstig hergestellt werden.

Das zweite Industrieverbundprojekt auf der Plataforma Solar de Almería betrifft die Kostensenkung bei den Komponenten eines Parabolrinnenkraftwerks nach Bauart der neun in Kalifornien laufenden SEGS-Kraftwerke.

Weitere Kostensenkungen der Parabolrinnentechnik verspricht das Verfahren einer direkten Dampferzeugung im Solarfeld. Dazu wird auf der Plataforma Solar de Almería eine Versuchsanlage mit einem 550 Meter langen Parabolrinnenkollektor errichtet. Der Baufortschritt hatte 1998 unter Lieferverzögerungen bei kritischen Komponenten zu leiden, wird aber Ende des Jahres den Start in die zweite Phase des DISS-Programms ermöglichen. Die unter wesentlicher Mitwirkung des DLR entworfene und nun errichtete Anlage stellt weltweit eine einzigartige Möglichkeit dar, die verschiedenen Verfahren direkter Dampferzeugung

und ihre Integration in solar-fossile Hybrid-Kraftwerke zu erproben. Die erhofften Kosteneinsparungen basieren nicht nur auf dem Verzicht auf den gesamten Ölkreislauf, der bei den kalifornischen Anlagen erforderlich ist, sondern auch auf dem Potential höherer Dampftemperaturen und somit höherer Wirkungsgrade.

Eine eigenständige DLR-Entwicklung stellt der REFOS-Receiver dar, der ebenfalls 1998 auf der PSA getestet werden konnte. Diese Entwicklung zielt auf eine solare Hybridisierung von Gasturbinen, wobei die Sonnenenergie mit höheren Wirkungsgraden in Strom umgewandelt werden kann als bei solaren Dampfprozessen. Beim REFOS-Verfahren erlaubt ein druckaufgeladener Receiver, die Brennluft für Gasturbinen durch konzentrierte Solarstrahlung soweit aufzuheizen, daß solar-elektrische Wirkungsgrade von über 25 Prozent technisch realisiert werden können; dabei bleiben fast alle wesentlichen Komponenten eines Hybridkraftwerks unverändert – lediglich der Receiver wird wegen der Druckaufladung und des vorgesetzten Sekundärkonzentrators teurer als bisherige Receiver. Das DLR geht daher davon aus, daß die REFOS-Technologie zu deutlichen Kostensenkungen bei Solarturmkraftwerken führen wird.

Dank europäischer Unterstützung durch die EU-Kommission konnte 1998 ein neues Projekt gestartet werden, das ebenfalls auf eine Solarisierung von Gasturbinenprozessen zielt. Zusammen mit dem Weizman-Institut in Israel wird die Technik der solaren Methanreformierung weiterentwickelt und als solare Energieanreicherung durch Spaltung des Brenngases Methan realisiert. Damit kann die Solarenergie als chemische Energie des Brennstoffs in konventionelle Kraftwerke, etwa ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk, eingekoppelt werden, um auf diese Weise solar-fossile Hybridkraftwerke realisieren zu können.

Der mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen gebaute und betriebene Sonnenofen am DLR-Standort Köln-Porz ist die entscheidende Versuchsanlage, mit deren Hilfe denkbare Einstiegswege solar-chemischer und solar-materialorientierter Techniken in die industrielle Anwendung mit Ergebnissen und Fakten untermauert werden. Denn ehe es zu einer Hochskalierung in einen industrienahen Maßstab kommt, muß die Tragfähigkeit der Konzepte nachgewiesen sein. Derzeitig prioritäre Untersuchungen zielen auf die Anwendung hochkonzentrierter Sonnenstrahlung einerseits zur Behandlung von Produktionsrückständen und andererseits zur photochemischen Produktion von Chemikalien. In der Drehrohr-Receiver-Reaktor-Miniplant wurde als repräsentativer Anwendungsfall das energieaufwendige Recycling von Aluminiumschrott getestet; dabei wurden 2 Kilogramm Aluminium pro Stunde behandelt. Auch die energiewirtschaftlich relevante Photooxidierung von Cyclohexan zur Herstellung von Nylon-Vorprodukten dient als repräsentatives Beispiel zur Bewertung der solar-photochemischen Produktion von Chemikalien. Die prinzipielle Machbarkeit wurde im Sonnenofen nachgewiesen, und die bislang erzielten Resultate im Hinblick auf Lichtbedarf, Ausbeuten und Produktqualität sind vergleichbar mit denen, wie sie bei der Verwendung von künstlichen Strahlern erzielt werden. Allerdings ist bei einem mit Sonnenlicht betriebenen Verfahren der Strombedarf vierfach und Kühlenergiebedarf achtfach niedriger als bei einem mit Kunstlicht betriebenen Verfahren. Auch erste systemanalytische Studien lassen vermuten, daß eine solar-photochemische Produktion mit Gewinn und wahrscheinlich sogar kostengünstiger als eine lampen-betriebene Produktion realisiert werden könnte.

In einem Industrieverbundprojekt des europäischen BRITE-EURAM-III-Programms wurde die technische Machbarkeit des solar-photokatalytischen Abbaus der in Industrieabwässern häufig vorkommenden biologisch nicht abbaubaren chlorierten Kohlenwasserstoffe nachgewiesen. In der am Standort Köln-Porz des DLR erfolgreich in Betrieb genommenen Versuchsanlage mit CPC-Kollektoren wurden sowohl neuartige, aktivere partikuläre als auch auf Glasrohren fixierte Titandioxidkatalysatoren erprobt.

■ Die Systemanalyse des Schwerpunkts hat eine Untersuchung „Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung – Ein solares Langfristszenario für Deutschland“ vorgestellt. Diese gemeinsam mit einem

## System-analyse

Fraunhofer-Institut durchgeführte Arbeit zeigt erstmals, wie ein hoher Anteil von Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Energien energiewirtschaftlich und netztechnisch realisiert werden kann. Das Szenario berücksichtigt die mögliche Energieeinsparung in allen Sektoren der Volkswirtschaft, dabei insbesondere einen hohen Anteil gasbefuerter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, sowie die Beiträge der Windenergie, der Biomasse, des Stromimports aus solarthermischen Kraftwerken im Mittelmeerraum und der Photovoltaik, für die eine wesentliche Kostensenkung durch technischen Fortschritt unterstellt wird.

■ Ein weiterhin erfolgreicher Schwerpunkt des DLR-Energieforschungsprogramms ist die Brennstoffzellen-Entwicklung. Auch hier wurden 1998 mehrere Untersuchungen systemanalytischer Art durchgeführt, um das energetische und ökologische Potential der verschiedenen Entwicklungen zu klären. Im Ergebnis konnten die bedeutsamen Vorteile von Brennstoffzellen als An-

## Brennstoffzellen

triebsaggregat in Fahrzeugen und als dezentrale Strom- und Wärmeerzeuger

erhärtert werden – immer allerdings unter der Voraussetzung, daß die erheblichen Kostensenkungen erreicht werden, die für Markterfolge unerlässlich sind.

In Fahrzeugen kommt besonders die völlige lokale Emissionsfreiheit zum Tragen, die den Einsatz von Brennstoffzellen-Fahrzeugen in Ballungsräumen mit hoher Emissionsbelastung favorisiert. Die Einsparungsmöglichkeiten von Primärenergie und damit von klimarelevanten Emissionen sind weniger stark ausgeprägt, wenn zuvor Kraftstoffe (Wasserstoff, Methanol) aus Erdgas bereitgestellt werden müssen oder die Benzinreformierung als Anlagenkonzept vorgesehen ist. Im Bereich dezentraler Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ist der hohe (Strom-)Wirkungsgrad der Brennstoffzellen bereits bei kleinen Einheiten von Bedeutung. Für eine optimale Ausnutzung der eingesetzten Brennstoffenergie müssen allerdings noch überzeugende Lösungen für eine möglichst weitgehende Nutzung der Abwärme, das heißt für einen hohen Gesamtnutzungsgrad gefunden werden.

Um die Wirtschaftlichkeit solcher Brennstoffzellen zu verbessern, verfolgte das DLR im Berichtsjahr verschiedene, als kostengünstig eingeschätzte Strategien. Für den Membranbrennstoffzellentyp stand neben der Analyse der Verlustmechanismen der Wasserstoff/Luft-Brennstoffzelle PEFC und der Direktmethanol-Brennstoffzelle DMFC die weitere Qualifizierung kostengünstiger Herstellverfahren von Membran-Elektroden-Einheiten im Vordergrund. Es wurden sehr dünne, aktive Schichtverbünde hoher Leistungsdichte in einer automatisierten Einrichtung produziert. Damit konnte eine beträchtliche Kostenreduktion durch Materialeinsparung und Automatisierung nachgewiesen werden. Simulationsrechnungen haben gezeigt, daß die Schichten nun in der für eine hohe Effizienz und Leistungsdichte optimalen Dicke für die PEFC oder DMFC hergestellt werden können. Als nächster Schritt zur Steigerung der Leistungsdichte und des Wirkungsgrades sowie der Langzeitstabilität von DMFCs als Antriebssysteme für Kraftfahrzeuge werden nun neuartige Katalysatorsysteme und Membran-Elektroden-Einheiten im Rahmen eines industriellen Verbundprojektes entwickelt.

Als wertvoll hat sich die DLR-Versuchsanlage für Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMA) für ganze Brennstoffzellen-Blöcke erwiesen; hier wurde beispielsweise mit einem 5-kW-Membran-Brennstoffzellen-Block erstmals ein kontinuierlicher, verbrauchsgesteuerter H<sub>2</sub>-Betrieb ohne Luftmengenregelung realisiert. Dies bedeutet für den praktischen Betrieb solcher Systeme weniger Komponenten und geringere Kosten.

Ein weiteres wichtiges Systementwicklungsziel war die Realisierung einer vollautomatischen Anlagensteuerung, die erstmals sowohl den frei programmierbaren Experimental- als auch den Routinebetrieb eines Brennstoffzellen-Systems auf der Basis einer preiswerten speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit PC-Bedienung zuläßt. Im Rahmen einer Auftragsarbeit soll jetzt eine 50-kW-Brennstoffzellen-Energieversorgung für einen Elektrobus ausgelegt und auf der PEMA-Versuchsanlage getestet werden. Weitere Auftragsarbeiten zur Auslegung von PEM-Systemen und zur Vermessung neuer PEM-Blockkonzepte in der DLR-Versuchsanlage PEMA sind in Vorbereitung.

Für die Hochtemperatur-Brennstoffzelle SOFC mit ihrem oxidkeramischen Elektrolyten hat das DLR-Programm insbesondere seine weiterentwickelten Vakuumplasmaspritzverfahren (VPS) eingesetzt. Bei der Entwicklung kostengünstiger und langzeitstabiler Elektroden-Elektrolyt-Verbundstrukturen für reduzierte Einsatztemperaturen konnten vollständig plasmagespritzte Dünnschichtstrukturen mit vor allem sehr dünner Elektrolytschicht hergestellt werden, die bereits bei einer relativ niedrigen Betriebstemperatur hohe Leistungsdichtewerte aufweisen.

Die für den Einsatz beim Industriepartner Siemens KWU entwickelte Beschichtung der metallischen bipolaren Platten mit Diffusionssperrschichten zur Verhinderung der Chromabdampfung wurde erfolgreich auf die technische Anwendungsgröße hochskaliert. Die mit dem DC-VPS-Verfahren hergestellten Schutzschichten stellen bei prototypischen Siemens-Stacks den Stand der Technik dar und kommen auch bei dem anstehenden Demonstrator im Siemens-Leitprojekt zum Einsatz.

■ Finanzierungsengpässe haben die Weiterführung des vom BMBF geförderten Programms der Arbeitsgemeinschaft Hochtemperaturgasturbine (AG TURBO II) verzögert, so daß neue Vorhaben erst 1999 begin-

## Umwelt- freundliche Gas- turbinen

nen können. Eine wichtige Teilstrategie dieses Programms ist die Erhöhung der Turbineneintrittstemperatur und so-

mit des Wirkungsgrades. Dazu sind filmgekühlte Turbinenplattformen erforderlich und zu untersuchen. Für die Messungen der Wärmeübergangswerte wurde ein Infrarot-Meßsystem bereitgestellt, mit dem im Bereich bis 200 Grad Celsius die Temperatur auf ein Zehntel Grad genau bestimmt und flexibel an verschiedene Randbedingungen angepaßt werden kann. Durch Messungen an einer beheizten ebenen Platte konnte dies erfolgreich nachgewiesen werden.

Die Vermeidung von Lärmentstehung bei Turbomaschinen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Zur „Active noise control“ müssen noch grundlegende Untersuchungen gemacht werden. Da auf der Saugseite einer Strömungsmaschine die radiale Moden-

verteilung des Schallfeldes nicht mit Hilfe radialer Mikrophontraversierungen bestimmt werden kann, wurde ein neues Analyseverfahren entwickelt, bei dem nur über den Umfang verteilte und in Achsrichtung versetzte wandbündige Drucksensoren verwendet werden.

Im einem EU-Verbundprojekt wurde die DLR-Laserdiagnostik zur Messung von Schadstoffen und Temperaturen in Kolbenmotoren eingesetzt. In Zusammenarbeit mit Universitäten und einem Automobilhersteller wurden unter Anwendung laserinduzierter Fluoreszenz zeitlich aufgelöste Temperaturfelder auf 7 Prozent genau im Brennraum gemessen. Die Temperatur- und Stickoxidverteilungen dienten der Validierung von Simulationsmodellen der Verbrennung im Motor.

Im Projekt Brennkammermodellierung (BKM) wurde der Simulationscode TRUST entwickelt und samt einem leistungsstarken Pre- und Postprocessing der praktischen Anwendung zugeführt. Die damit bearbeitbaren Problemstellungen umfassen turbulente Verbrennung in realen Anordnungen, mit Sprays und Strahlungstransport für stationäre Fälle sowie für die immer wichtiger werdenden instationären Problemstellungen, z.B. Brennkammer-Schwingungen. In einem zweiten Teilprojekt wurde 1998 ein neuer inkompressibler Strömungslöser ( $\tau$ -code) zwei- und dreidimensional entwickelt und – zumindest in der zweidimensionalen Version – auch im Hinblick auf die Integrierbarkeit verschiedener Turbulenz- und Verbrennungsmodelle getestet. Im dritten Teilprojekt konnten 1998 einige Beiträge zur Modellierung der chemischen Verbrennungsvorgänge geleistet werden. Insbesondere wurde die Bildung von Ruß in den verschiedenen Phasen besser verstanden.

Die Eignung des DLR-JET-REMPI-Verfahrens zur hochpräzisen Messung von Chloraromaten (u.a. Dioxinen) konnte auch für flüssige Proben und unter den realen Bedingungen der Pilot-Müllverbrennungsanlage des Forschungszentrums Karlsruhe erfolgreich demonstriert werden. Dabei ergab sich für typische Substanzen eine Genauigkeitssteigerung von vier Größenordnungen gegenüber besten Werten anderer Verfahren.

■ Im Projekt COIL, dem DLR-Sauerstoff-Jod-Laser, konnte die Laserleistung um 50 Prozent über den Auslegungspunkt gesteigert werden. Die Arbeiten

## Laser- technologie

zum diffusionsgekühlten CO<sub>2</sub>-Laser wurden mit einem Ergebnis abgeschlossen, das den Weg zu einer Leistungssteigerung dieser Geräte weist. Die

mit der ersten Generation dieser kompakten Laser erzielten Lizenznahmen des DLR entwickeln sich dank ihrer erfolgreichen Marktposition weiterhin positiv.

Unvermindert attraktiv war auch 1998 die DLR-Kompetenz im Bereich des Laser-Beschichtens und Schweißens von Leichtmetallen. Das DLR-Verfahren mit seiner Pulverzuführung wurde insbesondere in zahlreichen Auftragsarbeiten für die europäische Automobilindustrie eingesetzt.



# Technologie- marketing

Die Entwicklung von innovativen Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen verlangt eine engere Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie. Nicht mehr nur Grundlagenforschung, sondern auch anwendungsorientierte Forschungsprojekte – orientiert an den Erfordernissen des Marktes – sind Aufgabe des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Der Technologietransfer nimmt einen neuen Stellenwert in der Luft- und Raumfahrtforschung des DLR ein. Die Umsetzung des Wissens- und Technologiepotentials der Luft- und Raumfahrt in wettbewerbsfähige Innovationen ist unternehmenspolitische Zielsetzung des DLR.

■ Die Innovationspolitik des DLR zielt auf integrierte Programmansätze sowohl für wissenschaftliche Forschung wie auch für wirtschaftliche Nutzung. Markt-orientierung ist dabei ein Element, um die Bemühungen deutscher Unternehmen für eine bessere Teilhabe am internationalen Luft- und Raumfahrtmarkt zu flankie-

## Formen der Zusammen- arbeit

ren. Darüber hinaus bietet der DLR-Ansatz für Technologietransfer die technologische Basis für marktfähige Produkte und Dienstleistungen in Industriezweigen außerhalb der Luft- und Raumfahrt. Zur Förderung von Innovationen setzt das DLR neue Konzepte und Instrumente ein, wie zum Beispiel:

- ▶ Marktstudien für Innovations- und Kommerzialisierungsstrategien und Umsetzung über das Spin-on-Konzept in allen Programmbereichen;
- ▶ Exploration von Wissenschafts- und Technologiefeldern der Luft- und Raumfahrtforschung mit kommerziellem Nutzungspotential;
- ▶ Beiträge zur Entwicklung neuer Geschäftsfelder in Kooperation mit der Industrie;
- ▶ Förderung von Markteintritts- und Marktbehauptungsstrategien deutscher Unternehmen;
- ▶ Leitkonzepte zur Entwicklung von Schrittmachertechnologien für die Luft- und Raumfahrt und deren Nutzung in anderen Industriezweigen;
- ▶ neue Formen der Kooperation zur schnellen und effizienten Umsetzung von Forschungsergebnissen in gemeinsamen Innovationsprozessen mit der Industrie;
- ▶ Gastlabors zur arbeitsteiligen Nutzung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur durch Industrie und Forschung;
- ▶ Betreuungskonzepte für Innovationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen und zur Unterstützung fachnaher Unternehmensgründungen.

**Transferdienstleistungen und Innovationsleitstellen** ■ Schnittstelle zur regionalen Wirtschaft sind die dezentral an den Standorten des DLR eingerichteten Innovationsleitstellen. Ihre primäre Aufgabe besteht darin, die Forschungsergebnisse der Institute und Einrichtungen des DLR systematisch zu erfassen und ihre Nutzbarkeit, ins-

besondere auch für raumfahrtfremde Anwendungen, zu überprüfen. Bei positiver Bewertung hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Kriterien unterstützt das DLR finanziell die Weiterentwicklung der Forschungsergebnisse zu Prototypen und Transfermuster, so daß eine industrielle Anwendung möglich wird. Ziel ist es, den Transfer von Forschungsergebnissen und Know-how des DLR im Rahmen von Industriekooperationen effizient und marktorientiert umzusetzen.

Die Innovationsleitstellen schaffen eine Plattform zur Präsentation und zum Vertrieb des innovationsrelevanten Technologiepotentials des DLR, gewährleisten, daß langfristige und enge Kundenbeziehungen aufgebaut und gepflegt werden, initiieren, akquirieren und betreuen in Abstimmung mit den Instituten Innovationsvorhaben und Kooperationsprojekte mit der Wirtschaft. Sie verstehen sich sowohl als Dienstleister für die Institute als auch für interessierte Unternehmen. Die Prämissen des Technologiemarketing sind dabei:

- ▶ Marketing nach innen und nach außen;
- ▶ Kundennähe und regionale Präsenz;
- ▶ Institutsnähe;
- ▶ Nachfrage- und Marktorientierung;
- ▶ Ertragsorientierung;
- ▶ Vertriebsstruktur.

Im Rahmen des Modellversuchs zur Einrichtung von Innovationsleitstellen haben 1998 die Leitstellen an den Standorten Berlin-Adlershof und Neustrelitz die Arbeit aufgenommen. Damit ist die dezentrale Vertriebsorganisation der Organisationseinheit Technologiemarketing und -transfer des DLR voll arbeitsfähig. In Berlin-Adlershof wird die Leitstelle zusammen mit dem Hahn-Meitner-Institut Berlin, dem Forschungsverbund Berlin (mit acht Instituten der Blauen Liste) und dem Umweltforschungszentrum Halle/Leipzig im Rahmen einer BMBF-Förderung unter Federführung des DLR betrieben und bietet somit auf der Technologiegeberseite einen einrichtungsübergreifenden Ansatz.

Das Pilotprojekt „Nutzung von DLR-Know-how“ in Bayern konnte sich auch im Geschäftsjahr 1997/1998 erfolgreich weiterentwickeln. Nach nunmehr drei Jahren Laufzeit kann für die Innovationsleitstelle in Oberpfaffenhofen im Rahmen des Bayern-Projektes eine positive Bilanz gezogen werden, die anlässlich der Beiratssitzung vom 29. Juli 1998 insbesondere von Vertretern kleiner und mittelständischer Unternehmen bestätigt wurde. Im Zeitraum März 1995 bis Juli 1998 wurden insgesamt ca. 500 mittelständische Unternehmen in Bayern angesprochen und das DLR-Leistungsspektrum auf zehn Messen dargestellt.

Besondere Höhepunkte waren die Teilnahme am 2. Internationalen Forschungsforum Bayern '97 und eine Veranstaltung im Standort Oberpfaffenhofen zum Münchner Business Plan Wettbewerb 1997/98. Daraus entstanden ca. 50 Einzelvorhaben, in denen Transfermuster und Studien zur Kosten- und Risikoabschätzung erstellt werden. So wurden elf neue Produkte mit DLR-Know-how von bayerischen Unternehmen in den Markt eingeführt, vier weitere werden bis

Ende 1998 dazukommen. Es wurden sechs Unternehmen mit 60 neuen Arbeitsplätzen und einem Umsatz von 12 Mio. DM in den vergangenen zwei Jahren gegründet. Sechs weitere Unternehmensgründungen sind in Planung, bis Ende 1998 steigt die Anzahl der Arbeitsplätze auf ca. 90. Kumuliert betrachtet werden die bayerischen Industriepartner einschließlich der Unternehmensgründer bis Ende 1998 einen Umsatz von über 40 Mio. DM erzielt haben. Aus dem Bayern-Projekt werden für das DLR bis Ende 1998 Industrieträge in Höhe von ca. 3,5 Mio. DM erzielt.

### Patent- und Lizenzpolitik des DLR

■ Im Rahmen einer Neuorganisation wurden alle Patent- und Lizenzangelegenheiten der Organisationseinheit Technologiemarketing und -transfer übertragen. Durch diese Maßnahme soll die Marketingstrategie zukünftig wesentlich stärker mit der Patent- und Lizenzstrategie des DLR verzahnt werden. Insbesondere die Patentanmelde- und Verwertungsstrategie sollen integraler Bestandteil des Marketings werden. Ziel des DLR ist nicht die bloße Steigerung der Anzahl der Patente, sondern eine Steigerung der Zahl derjenigen Patente, die zu wettbewerbsfähigen Produkten mit entsprechenden Lizenzeinnahmen bzw. Forschungs- und Entwicklungsaufträgen führen. Zu diesem Zweck sollen prioritär die folgenden Maßnahmen in Angriff genommen werden:

► Der Prozeß der Generierung von Erfindungen mit wirtschaftlichem Verwertungspotential soll verbessert werden. Zu diesem Zweck soll das Marketing des DLR in den Instituten rechtzeitig Einfluß auf die Patentierung wirtschaftlich verwertbaren Wissens nehmen.

► Die Strategie der Anmeldung und Aufrechterhaltung von Patenten soll sich noch stärker als bisher an der – vom Marketing zu beurteilenden – wirtschaftlichen Verwertbarkeit der Erfindungen orientieren. Im Hinblick auf die wachsenden Kosten für Anmeldung und Aufrechterhaltung von Schutzrechten muß dabei vom Marketing für jede Erfindung insbesondere das Verhältnis dieser Kosten zu den Ertragschancen analysiert werden.

► Die Vermarktung von patentrechtlich geschützten Erfindungen soll wesentlich intensiviert werden. Hierfür sollen vom Marketing in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Instituten individuell auf die einzelne Erfindung abgestimmte Vermarktungs- und Lizenzierungsstrategien erarbeitet und umgesetzt werden. Bestandteil der Vermarktungsstrategie sollen u.a. auch vom Marketing finanzierte Aufbereitungsmaßnahmen – z.B. der Bau von Demonstratormodellen, Transfermustern oder Marktstudien – sein, um die Erfolgsaussichten der Vermarktung zu verbessern. Mittelfristig wird erwartet, daß bei konsequenter Anwendung dieser Strategie die Zahl der Patentanmeldungen eher gleichbleibt oder gar rückläufig sein wird, während die Zahl der Lizenzverträge und die Summe der Lizenzeinnahmen gesteigert werden kann.

## **Unternehmensgründungen und -ansiedlungen**

■ Eine Sonderform der Innovationsstrategie des DLR sind Unternehmensgründungen und Ansiedlungen. Unternehmensgründungen sind dann das Mittel der Wahl, wenn die Umsetzung von Innovationen und Dienstleistungen auf neuen Technologiefeldern wegen des hohen Neuigkeitsgrades von existierenden Firmen nicht aufgegriffen wird. In solchen Fällen unterstützt das DLR die Gründung von Unternehmen, insbesondere Gründungsvorhaben von DLR-Mitarbeitern. Ziel der Unternehmen ist es, die Forschungsarbeiten des DLR aufzubereiten, zu fertigen Produkten oder Prototypen weiterzuentwickeln und in Marktnischen einem speziellen Kundenstamm anzubieten. Unternehmensansiedlungen auf dem Gelände des DLR sind insbesondere für kleine und mittlere High-Tech-Unternehmen interessant. Wegen des hohen Investitionsrisikos sind KMUs oft nicht in der Lage, große Investitionen in Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur zu tätigen. Hier stellt das DLR die vorhandene Forschungsinfrastruktur (z.B. Prüfstände etc.) zur Verfügung. Aktuelle Maßnahmen des DLR im Rahmen seines Serviceangebots an diese Unternehmen sind:

- Unterstützung und Beratung bei der Erstellung von Businessplänen sowie Markt- und Wettbewerbsanalysen;
- Bereitstellung eines umfangreichen Kontaktnetzwerks zu Kapitalgebern, Unternehmensberatern, Industriepartnern, Industrie- und Handelskammern und öffentliche Beratungs- und Unterstützungsangeboten sowie den Einrichtungen des DLR;
- Vermietung von Büro- und Laborflächen in den DLR-Standorten einschließlich Bereitstellung von wissenschaftlich-technischer Infrastruktur;
- Einräumung von Lizenzen;
- Abschluß von Kooperationsverträgen;
- Erteilung von Aufträgen durch das DLR an Unternehmensgründungen.

Bisher wurden mit Unterstützung des DLR 15 Unternehmen gegründet und dadurch mehr als 130 Arbeitsplätze neu geschaffen. Das DLR ist an diesen Unternehmen nicht beteiligt. Darüber hinaus haben sich vier Unternehmen auf dem Gelände des DLR angesiedelt mit weiteren 30 Arbeitsplätzen.

## Mit dem DLR-Wissenschaftspreis 1997 zeichnete der Vorstand folgende Mitarbeiter aus:

■ **Dr.-Ing. Christoph Leyens**, Institut für Werkstoff-Forschung in Köln-Porz, für seine Arbeit „Influence of long-term annealing on tensile properties and fracture of near-alpha titanium alloy Ti-6Al-2.75Sn-4Zr-0.4Mo-0.45Si“. Mit seiner Arbeit hat Herr Leyens einen bemerkenswerten Beitrag geleistet zur Lösung des Problems der Sauerstoff-Versprödung von Titanlegierungen beim Einsatz im Kompressionsbereich von Flugturbinen.

■ **Michael Sinapius**, Institut für Aeroelastik in Göttingen, für seine Arbeit „Experimental dynamic load simulation by means of modal force combination“. Er hat ein neues richtungsweisendes Verfahren zur Fluglastsimulation und dynamischen Qualifikation elastischer Strukturen von Luft- und Raumfahrzeugen erarbeitet.

■ **Dr. Herbert Kramer**, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum in Oberpaffenhofen, für sein Buch „Observation of the earth and its environment: survey of missions and sensors“. Mit seiner umfangreichen Dokumentation zum Thema Raumfahrtmissionen, Satellitentechnik, Sensorik hat Herr Kramer ein unentbehrliches, international beachtetes Referenzwerk auf dem Gebiet der Fernerkundung verfaßt.

■ **Dr.rer.nat. Gerd Jacobs**, Institut für Raumsimulation in Köln-Porz, für seine Arbeit „Surface tension of liquid metals: results from measurements on ground and in space“. In seiner Arbeit beschäftigt sich Herr Jacobs mit der Messung der Oberflächenspannung geschmolzener Metalle auch im unterkühlten Bereich – einem Thema, das für die Materialforschung von großem Interesse ist.

## Mit dem DLR-Forschungssemester 1997 wurden ausgezeichnet:

■ **Dr. rer. nat. René Pischel**, Institut für Planetenerkundung in Berlin-Adlershof, **Dipl.-Phys. Ingo Röhle**, Institut für Antriebstechnik in Köln-Porz, **Michael Sinapsius**, Institut für Aeroelastik in Göttingen, und Frau **Dr.-Ing. Eleni Ralli**, Institut für Robotik und Systemdynamik in Oberpaffenhofen.

## Auszeichnungen durch die Gesellschaft von Freunden des DLR

■ **Dr. Hermann Bischl**, Institut für Nachrichtentechnik in Oberpaffenhofen, erhielt den Innovationspreis 1997 von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des DLR-Vorstandes für seine herausragende Einzelleistung bei der Mitarbeit am COBUCO-Projekt (Cordless Business Communication System).

■ **Dipl.-Ing. Peter Hecker und Dr. Hans-Ulrich Döhler**, Institut für Flugführung in Braunschweig, erhielten den Innovationspreis 1997 von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des DLR-Vorstandes für ihre herausragenden Leistungen in ihrer Teamarbeit im Vorhaben „Enhanced Vision auf der Basis eines abbildenden Radars“.

■ **Dr.-Ing. Georg Eitelberg**, Direktor des Deutsch-Niederländischen Windkanals (DNW), wurde mit dem Otto-Lilienthal-Forschungssemester 1997 ausgezeichnet für seinen hervorragenden Einsatz für das Institut für Strömungsmechanik und das DLR während seiner DLR-Zugehörigkeit. In dieser Zeit hat er insbesondere das HEG-Projekt zu einem erfolgreichen Abschluß gebracht.

■ **Dr. Stefan Woppowa**, Institut für Strömungsmechanik in Göttingen, erhielt den Hugo-Denkmeier-Preis von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des DLR-Vorstandes für seine ausgezeichnete, als jüngster Doktorand des Jahrganges abgeschlossene Dissertation auf dem Gebiet der Luft- und Raumfahrt mit dem Thema „Instationäre Wirbelströmungen hinter Flügeln kleiner Streckung bei hohen Anstellwinkeln“.

■ **Dipl.-Ing. Frank Kocian**, DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung in Stuttgart, **Ing. (grad.) Franz-Dieter Eisenhardt** von der Fa. Ensinger Technische Kunststoffe in Nufringen und **Dipl.-Ing. Andreas Scholz** von der Fa. BMW Rolls Royce Aero Engines in Berlin, erhielten den Walther-Blohm-Industriepreis von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des DLR-Vorstandes und des Vorstandes der Walther-Blohm-Stiftung für ihre vorbildliche Mitwirkung im Kooperationsprojekt DLR/BMW Rolls Royce/Fa. Ensinger „Entwicklung eines Faserverbund-Hybridringes zur Verstellung von Laufschaufeln in einem Turboluftstrahltriebwerk“.

■ **Imke Wöckel, Ursula Ehl, Michael Klose, Udo Unkelbach, Sven-Eric Hornig und Dominik Schwarzer** vom DLR in Köln-Porz erhielten den Teampreis von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des DLR-Vorstandes für ihre Arbeit in der Projektgruppe „Zertifizierung des Prozesses Auftragsmanagement nach DIN EN/ISO 9001“.

## Auszeichnungen und Preise

■ **Dr.-Ing. Dietrich Bechert**, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung in Berlin, wurde gemeinsam mit den Wissenschaftlern **Dr.-Ing. Martin Bruse**, **Dipl.-Ing. Wolfram Hage**, **Dipl.-Ing. Jacobiene G.T. van der Hoeven** und **Dipl.-Ing. Gunther Hoppe** (alle Hermann-Föttinger-Institut der Technischen Universität Berlin) mit dem Philip-Morris-Preis im Bereich Transport und Verkehr für ihre Arbeiten „Künstliche Hai-fischhaut für Verkehrsflugzeuge“ ausgezeichnet. Dr. Bechert ist bereits der zweite DLR-Mitarbeiter, dem dieser Preis zuerkannt wurde.

■ **Dr.-Ing. Dietrich Bechert**, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung in Berlin, wurde zum Fellow of the American Physical Society ernannt für seine Arbeit „For seminal contributions in receptivity of shear flows, vortex sound absorption, amplification of jet noise, acoustic array application on high speed train, and ingenious experiments on viscous drag reduction by using riblets“.

■ **Dr.-Ing. Dietrich Bechert**, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung in Berlin, **Dr.-Ing. Martin Bruse**, **Dipl.-Ing. Wolfram Hage** und **Dipl.-Ing. Robert Mayer**, Hermann-Föttinger-Institut an der Technischen Universität Berlin, gewannen den ersten Preis des Erfindermagazins „Einfach Genial“ des MDR-Fernsehens.

■ **Dr. med. Christian Drummer**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz, habilitierte sich an der Medizinischen Fakultät der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen mit dem Thema „Zur Bedeutung des Renalen Natriuretischen Peptids Urodilatin in der Flüssigkeitsregulation“.

■ **Dr.-Ing. Karl Engel**, **Dipl.-Ing. Frank Eulitz**, Institut für Antriebstechnik in Köln-Porz, und **Dr.-Ing. Kazuomi Yamamoto**, Gastwissenschaftler beim DLR, wurden beim Mannheim SuParCup'97 mit dem 2. Preis ausgezeichnet für ihre Arbeit über instationäre Berechnung der transsonischen Strömung durch einen gegenläufigen Propfan auf dem Massiv-Parallel Vektorrechner des National Aerospace Laboratory in Tokio. Die Auszeichnung wird alljährlich von einer internationalen Jury für hervorragende Beiträge im Parallel-Computing Bereich ausgesprochen und ist mit einem Geldpreis verbunden.

■ **Dipl.-Ing. Guido Frenken**, Raumfahrtantriebe Lampoldshausen, erhielt von der International Astronautical Federation für seine hervorragende Präsentation „Sub-orbital Single Stage Once Around Space Launcher“ während der 48. IAF-Konferenz in Turin (Italien) den Luigi G. Napolitano Award 1997.

■ **Dipl.-Ing. Mario Hamers** und **Dr.-Ing. Wolfgang von Grünhagen**, Institut für Flugmechanik in Braunschweig, erhielten den Cheeseman Award for Best Paper vorgelegt beim 23. European Rotorcraft Forum in Dresden im Jahre 1997.

■ **Frau Dr. rer. nat. Ruth Hemmersbach**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz, habilitierte sich an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich Wilhelm Universität Bonn mit dem Thema: Schwerkraftinduziertes Verhalten von Protozoen und Perzeptions-hypothesen.

■ **Prof. Dr. rer. nat. Dieter Herlach**, Institut für Raumsimulation in Köln-Porz, wurde zum Mitglied des Arbeitskreises Metallphysik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) gewählt.

■ **Dr.-Ing. Peter Höher**, Institut für Nachrichtentechnik in Oberpfaffenhofen, wurde vom Board of Directors des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) zum Senior Member gewählt.

■ Beim praktischen Leistungswettbewerb 1997 der Handwerksjugend wurde **Frau Martina Ilg**, Institut für Technische Physik in Stuttgart, 1. Kammer- und anschließend auch 1. Landessieger im Handwerk Feinmechaniker (Feingerätebau).

■ **Dr. rer. nat. Ullrich Isermann**, Institut für Strömungsmechanik in Göttingen, wurde in die Working Group Computation and Measurement on EU Future Noise Policy berufen und arbeitet in der ICAO CAEP Working Group 2 /Task MODEL 1 mit.

■ **Prof. Willi Kortüm**, Institut für Robotik und Systemdynamik in Oberpfaffenhofen, wurde von der Universität Prag mit der HYBL-Gedenkmedaille ausgezeichnet.

■ **Dr.-Ing. Detlef Kuhl**, Raumfahrtantriebe Lampoldshausen, wurde von der Universität Karlsruhe der Preis der Prof.-Dr.-Fritz-Peter-Müller-Stiftung für das Jahr 1997 zur Förderung von Forschung und hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Bau-dynamik verliehen.

■ **Dipl.-Ing. Uwe Leushake**, Institut für Werkstoff-Forschung in Köln-Porz, hielt sich im Rahmen eines DAAD-Stipendiums (AUFE II Programm) für sechs Monate am Idaho National Engineering Laboratory (INEL) auf und führte dort Arbeiten zum Thema „Herstellung, Charakterisierung und FEM-Berechnungen an  $Al_2O_3/ZrO_2$ -graduierten Wärmedämmschichtsystemen“ durch.

■ Für seine mit Auszeichnung bestandene Doktorprüfung erhielt **Dr.-Ing. Christoph Leyens**, Institut für Werkstoff-Forschung in Köln-Porz, die Borchers-Plakette der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Von der Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung in Berlin wurde seine Arbeit „Oxidationsverhalten und Oxidationsschutz von Titanlegierungen für den Hochtemperatureinsatz in Flugtriebwerken“ mit dem Adolf-Martens-Preis 1998 ausgezeichnet.

■ **Dr.-Ing. Wolfgang Mayer**, Raumfahrtantriebe Lampoldshausen, wurde für seine Forschungstätigkeit im Rahmen der DLR/NAL Kooperation auf dem Gebiet der Raketenantriebe mit dem Research Award for Foreign Specialists der japanischen Regierung ausgezeichnet. Die Auszeichnung ist mit einer Einladung zu einem Aufenthalt am NAL (National Aerospace Laboratory) in Japan verbunden.

■ **Dr. Ulf Michel** und **Dr.-Ing. Wolfgang Neise**, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung in Berlin, wurden im Januar 1998 zum Consultant Professor of the Northwestern Polytechnical University in Xi'an, Volksrepublik China, ernannt.

■ **Prof. Dr. rer. nat. Diedrich Möhlmann**, Institut für Raumsimulation in Köln-Porz, wurde von der Europäischen Raumfahrtagentur ESA zum Vorsitzenden der Rosetta Comet Working Group berufen.

■ **Dr.-Ing. Wolfgang Neise**, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung in Berlin, wurde in das Editorial Board des Journal of Sound and Vibration aufgenommen.

■ **Prof. Dr. rer. nat.habil. Gerhard Neukum**, Direktor des Instituts für Planetenerkundung in Berlin-Adlershof, wurde zum Universitätsprofessor für das Fach Planetologie an der Freien Universität Berlin berufen (in Personalunion mit der Funktion des Direktors des DLR-Instituts für Planetenerkundung). Auf der General Assembly der European Geophysical Society wurde Prof. Neukum zum Präsidenten der Sektion Planetary and Solar System Science wiedergewählt.

■ **Prof. Dr. rer. nat. Lorenz Ratke**, Institut für Raumsimulation in Köln-Porz, wurde von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zum außerplanmäßigen Professor für Metallkunde berufen. Die Europäische Raumfahrtagentur ESA berief ihn zum Vorsitzenden des Materials Science Lab Science Team.

■ Im Rahmen des Wettbewerbs Multimedia Transfer 98 der Akademischen Software Kooperation erhielt **Martin Rohrmeier**, Institut für Robotik und Systemdynamik in Oberpfaffenhofen, für seine Diplomarbeit „Telemanipulation eines Roboters via Internet mittels VRML 2.0 und JAVA“ den Förderpreis der Günter Schroff Stiftung.

■ **Dr. rer. nat. Alexander Samel**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz, erhielt den Howard K. Edwards Memorial Award der Aerospace Medical Association, Washington.

■ **Dr. rer. nat. Jürgen Schilz**, Institut für Werkstoff-Forschung in Köln-Porz, erhielt über ein Auswahlverfahren der Alexander-von-Humboldt-Stiftung ein Stipendium der japanischen Science and Technology Agency (STA) zu einem einjährigen Aufenthalt am National Aerospace Laboratory (NAL) in Japan.

■ **Dr. rer. nat. Günter Schiller** und **Dipl.-Min. Matthias Müller**, Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart, wurden mit dem Best Paper Award der 15. International Thermal Spray Conference 98 in Nizza (Frankreich) für ihren Vortrag mit dem Titel „Preparation of Perovskite Powders and Coatings by RF-Suspension Plasma Spraying“ ausgezeichnet.

■ **Dr. rer. nat. Martin Schmücker**, Institut für Werkstoff-Forschung in Köln-Porz, führte im Rahmen eines STA-Stipendiums während eines zweiwöchigen Aufenthaltes am National Institute for Research of Inorganic Materials (NiRiM) in Tsukuba, Japan, Untersuchungen zur theoretischen Ausdehnung von Mullit sowie zu reaktiven Prozessen im System  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2$  durch.

■ **Dipl.-Ing. Thorsten Schwarz**, Institut für Entwurfsaerodynamik in Braunschweig, erhielt von der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal Oberth (DGLR) für seine Diplomarbeit „Numerische Berechnung der Umströmung von Hubschrauber-Rotoren im Schwebeflug und im schnellen Vorwärtsflug durch Anwendung der vollständigen Potentialgleichung und der Euler-Gleichungen“ den Ludwig-Bölkow-Stiftungspreis.

■ **Dr. Egon Stanewsky**, Institut für Strömungsmechanik in Göttingen, wurde zum Seniorwissenschaftler ernannt.

■ **Frank Thielecke**, Institut für Flugmechanik in Braunschweig, schloß seine Promotion zum Dr.-Ing. an der Technischen Universität Braunschweig mit Auszeichnung ab.

■ **Dr.-Ing. Peter Treffinger**, Institut für Technische Thermodynamik in Lampoldshausen, erhielt im Rahmen des European Fellowship Programmes for Science and Technology in Japan ein Stipendium als Senior Visiting Scientist. Mit dieser Unterstützung nahm er eine Einladung als Gastprofessor zum Thema „Low Temperature Heat Driven Steam Power Cycles“ an der Tokyo University for Agriculture and Technology wahr.

■ **Dipl.-Phys. Ole Trinks**, Institut für Strömungsmechanik in Göttingen, erhielt den 1. Preis im Rahmen des ZARM-Förderpreises 1998 für seine herausragende Diplomarbeit „Diodenlaser-Atomabsorptionsspektroskopie am atomaren Radium im HEG zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit und Gastemperatur“.

■ **Dipl.-Ing. Christoph Vieler**, Institut für Strukturmechanik in Braunschweig, wurde im Rahmen des Symposiums 1998 der SAMPE Deutschland zum Gewinner des Innovationspreises gewählt.

■ **Dr.-Ing. Guo-Quing Wei**, Institut für Robotik und Systemdynamik in Oberpfaffenhofen, erhielt den Olympus-Europa-Stiftung in Würding seiner herausragenden Arbeit „Fort-schritte bei der Lösung des Shape from Shading Problems durch den Einsatz neuronaler Methoden“.



## Institute und Einrichtungen

### **Institutscluster Aerodynamik und Strömungstechnik:**

Institut für Entwurfs-  
aerodynamik;

Institut für Strömungs-  
mechanik;

Windkanäle.

### **Institutscluster Werkstoffe und Strukturen:**

Institut für Struktur-  
mechanik;

Institut für Aeroelastik;

Institut für Werkstoff-  
Forschung;

Institut für Bauweisen-  
und Konstruktions-  
forschung.

### **Institutscluster Antriebs- und Verbrennungstechnik:**

Institut für Antriebs-  
technik;

Institut für Verbrennungs-  
technik;

Raumfahrtantriebe.

### **Institutscluster Luftverkehrssystem:**

Institut für Flugführung;

Verkehrsforschung.

Institut für Flugmechanik;

Institut für Luft- und  
Raumfahrtmedizin;

Institut für Robotik und  
Systemdynamik;

Institut für Raum-  
simulation;

Institut für Technische  
Thermodynamik;

Institut für Technische  
Physik;

Institut für Physik der  
Atmosphäre;

Institut für Nachrichten-  
technik;

Institut für Planeten-  
erkundung;

Institut für Hochfrequenz-  
technik;

Institut für Opto-  
elektronik;

Institut für Weltraum-  
sensorik;

Zentrale Daten-  
verarbeitung;

Mobilität und System-  
technik;

Flugbetrieb;

Raumflugbetrieb und  
Astronautenausbildung;

Qualitäts- und Produkt-  
sicherung;

Deutsches Fernerkun-  
dungsdatenzentrum;

Solare Energietechnik;

Lidarmethoden.

**Technologiemarketing  
und -transfer**

**Projekträger**

# Standorte

## **Berlin-Adlershof**

D-12484 Berlin  
Hausadresse:  
Adlershof  
Rudower Chaussee  
D-12489 Berlin  
Tel. (0 30) 6 70 55-0

## **Bonn-Oberkassel**

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

## **Braunschweig**

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

## **Göttingen**

Bunsenstraße 10  
D-37073 Göttingen  
Tel. (05 51) 7 09-1

## **Köln-Porz**

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

## **Lampoldshausen**

D-74239 Hardthausen  
Tel. (0 62 98) 28-0

## **Oberpfaffenhofen**

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

## **Stuttgart**

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

## 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

## 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  
D-51147 Köln  
Tel. (0 22 03) 6 09-01

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

ZSW –  
Zentrum für Sonnen-  
energie- und Wasserstoff-  
Forschung  
Heßbrühlstr. 61  
D-70565 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 78 70-0

Europäische Akademie  
zur Erforschung von  
Folgen wissenschaftlich-  
technischer Entwick-  
lungen Bad Neuenahr-  
Ahrweiler GmbH  
Landskroner Str. 175  
D-53474 Bad Neuenahr-  
Ahrweiler  
Tel.: (0 26 41) 75 43-00

**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 1998/99 (Stand 17. 6. 1998) neben Ehrenmitgliedern, Wissenschaftlichen Mitgliedern und Mitgliedern von Amts wegen 74 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 den Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, 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 und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

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

AERODATA  
Flugmeßtechnik GmbH,  
Braunschweig

AERO-SENSING  
Radarsysteme GmbH,  
Weßling

Agfa Deutschland  
Vertriebsgesellschaft  
mbH&Cie., Köln

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

Arbeitsgemeinschaft  
Deutscher Verkehrsflughäfen e.V., Stuttgart

Asea Brown Boveri  
Kraftwerke AG,  
Mannheim

AUDI AG, Ingolstadt

Dipl.-Ing. Werner Blohm,  
Hamburg

BMW Rolls-Royce GmbH,  
Dahlewitz

Bodenseewerk  
Gerätetechnik GmbH,  
Überlingen

Robert Bosch GmbH,  
Hildesheim

Bosch Telecom GmbH,  
Backnang

Stadt Braunschweig,  
Braunschweig

BUCK Werke GmbH &  
Co., Bad Reichenhall

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

Daimler-Benz AG, Frankfurt

Daimler-Benz  
Aerospace AG,  
München

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 Stiftung & Co.,  
Röthenbach

Dornier GmbH,  
Friedrichshafen

Dornier Luftfahrt GmbH,  
Weßling/Obb.

Dräger Aerospace GmbH,  
Lübeck

Dresdner Bank AG, Köln

DSR GmbH, Berlin

ESG Elektroniksystem-  
und Logistik-Gesellschaft  
mbH, München

Flughafen Frankfurt/Main AG, Frankfurt/Main	NEC Deutschland GmbH, Düsseldorf		Prof. Dr.-Ing. Gerd Herziger, Köln-Porz
Ford-Werke AG, Köln	Nord-Micro Elektronik Feinmechanik AG, Frankfurt/Main		Dipl.-Ing. Hans E.W. Hoffmann, M.S. Bremen
GAF Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung mbH, München	OHB-System GmbH, Raumfahrt- und Umwelttechnik, Bremen	■ Wissenschaftliche Mitglieder	Prof. Dr.-Ing. Günter Kappler, M.Sc., Dahlewitz
Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerke AG, Köln	Panavia Aircraft GmbH, Hallbergmoos	Prof. Dr. Walter Dieminger, Nörten-Hardenberg	Prof. Egon Krause, Ph.D., Aachen
Robert Gerling & Co. GmbH, Bureau für Versicherungswesen, Köln	Pilkington Solar International GmbH, Köln	Prof. Dr.-Ing. Maria Esslinger, Braunschweig	Prof. Dr. rer. nat. Walter Kröll, Köln-Porz
Hagenuk GmbH Impulsphysik, Schenefeld	Röder Präzision GmbH, Egelsbach	Prof. Dr.-Ing. Philipp Hartl, München	Prof. Dr. Hubert Markl, München
Honeywell Regelsysteme GMBH, Maintal	Rohde & Schwarz, Werk Köln, Köln	Prof. Dr. Hans Hornung, Pasadena, Californien/USA	Prof. Dr. rer. nat. Dirk Meinköhn, Hardthausen
IBM Deutschland Informationssysteme GmbH, Mainz	Satellite Operational Services GmbH, Gilching	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Erich Truckenbrodt, Grünwald	Prof. Dr. rer. nat. Ernst Messerschmid, Stuttgart
Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG), Ottobrunn	SEL Verteidigungssysteme GmbH, Stuttgart	Prof. Dr. Joachim E. Trümper, Garching	Prof. Dr.-Ing. Gunther Schänzer, Braunschweig
INTOSPACE GmbH, Hannover	SEP, Division de Snecma, Suresnes Cedex		Dr.-Ing. Gerd R. Schmidt, München
Kayser-Threde GmbH, München	Siemens AG, München	■ Mitglieder von Amts wegen	Dipl.-Ing. Jost Schmidt, München
KUKA Roboter GmbH, Augsburg	SiliconGraphics GmbH, Grassbrunn-Neukeferloh	Prof. Dr.-Ing. Jürgen E. Ackermann, Oberpfaffenhofen	Dr. jur. Norbert Servatius, München
Liebherr-Aero Technik GmbH, Lindenberg/Allgäu	STN Atlas Elektronik GmbH, Bremen	Prof. Dr. rer. pol. Achim Bachem, Bonn	Dr. h.c. Lothar Späth, Jena
Lufthansa Technik AG, Hamburg	TELA Versicherung AG, München	Prof. Dr. rer. publ. Jürgen Blum, Köln-Porz	Prof. Dipl. Ing. Volker von Tein, Köln-Porz
MAN Technologie AG, Karlsfeld	Gemeinde Weßling, Weßling/Obb.	Dr. jur. Erich Coenen, Frankfurt	Prof. Dr.-Ing. Dr. hc. mult. Hans-Jürgen Warnecke, München
Messer Griesheim GmbH, Krefeld	Carl Zeiss, Oberkochen	Prof. Dr. jur. Manfred Erhardt, Essen	Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker, Bonn-Bad Godesberg
MST Aerospace GmbH, Köln	ZF Luftfahrttechnik GmbH, Kassel	Prof. Dipl.-Ing. Manfred Fuchs, Bremen	
MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH, München		Dr. rer. nat. Horst-Henning Grotheer, Stuttgart	
		Dipl.-Ing. Werner Heinzmann, Ottobrunn	
		Prof. Dietmar K. Hennecke, PH. D., Darmstadt	

**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 17. 6. 1998 gehörten dem Senat elf Mitglieder aus dem Bereich der Wissenschaft, neun Mitglieder aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie sowie elf Mitglieder aus dem staatlichen Bereich an.

■ Aus dem Bereich der Wissenschaft

Prof. Dr.-Ing.  
Jürgen E. Ackermann

Prof. Dr. jur.  
Manfred Erhardt

Dr. rer. nat.  
Horst-Henning Grotheer

Prof. Dietmar K. Hennecke,  
Ph.D.

Prof. Egon Krause, Ph.D.

Prof. Dr. Hubert Markl  
kraft Amtes

Prof. Dr. rer. nat.  
Dirk Meinköhn

Prof. Dr. rer. nat.  
Ernst Messerschmid

Prof. Dr.-Ing.  
Gunther Schänzer  
(stv. Vors.)

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

Prof. Dr.  
Ernst Ludwig Winnacker

■ Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie

Dr. jur. Erich Coenen

Prof. Dipl.-Ing.  
Manfred Fuchs (stv. Vors.)

Dipl.-Ing.  
Werner Heinzmann

Dipl.-Ing.  
Hans E. W. Hoffmann, M.S.

Prof. Dr.-Ing Günter  
Kappler, M.Sc.

Dr.-Ing. Gerd R. Schmidt

Dipl.-Ing. Jost Schmidt

Dr. jur. Norbert Servatius

Dr. h.c. Lothar Späth

■ Aus dem staatlichen Bereich

Ministerin  
Dipl.-Volkswirtin  
Anke Brunn

Ministerialdirigent  
Dr. Manfred Hartl

Ministerialdirektor  
Dr. Ingomar Joerss

Parl. Staatssekretär  
Bernd Neumann (Vors.)

Ministerialdirektor Dr.  
Gerhard Ollig

Staatssekretär  
Dr. Uwe Reinhardt

Staatssekretär  
Prof. Dr. phil. Erich Thies

Ministerialdirigent  
Dr. Armin Tschermak  
von Seysenegg

Ministerialdirektor Dr. jur.  
Hans-Christian  
Ueberschaer

Ministerialdirektor  
Dr. Lothar Weichsel

Staaatsminister Dr. jur.  
Otto Wiesheu

**Der Senatsausschuß** bereitet die im Senat zu behandelnden Themen wissenschaftlich-technischer und administrativ-kaufmännischer Natur vor. Er besteht aus 18 Mitgliedern. Am 17. 6. 1998 gehörten dem Senatsausschuß je sechs Mitglieder aus dem Bereich der Wissenschaft, der Wirtschaft und Industrie sowie aus dem staatlichen Bereich an.

■ Aus dem Bereich der Wissenschaft

Dipl.-Math.  
Ulrich Heidemann

Prof. Dipl.-Ing.  
Richard Kochendörfer

Prof. Egon Krause,  
Ph.D. (Vors.)

Prof. Dr.-Ing.  
Wolfgang Kubbat

Prof. Dr. rer. nat.  
Rainer Roth

Prof. Dr.-Ing.  
Gottfried Sachs

■ Aus dem Bereich der Wirtschaft und Industrie

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

Dr.-Ing. Gustav Humbert

Dipl.-Ing. Reiner Klett

Dr. Klaus Philippi

Dipl.-Ing. Horst Rauck

Dr. jur. Norbert Servatius

■ Aus dem staatlichen Bereich

Ministerialrat Dipl.-Ing.  
Horst Busacker

Ministerialrat Dr. rer. pol.  
Walter Döllinger

VLR I Otfried Garbe

Ministerialrat Dr. rer. pol.  
Gerd Gruppe

Ministerialrat  
Dipl.-Ing. Helge Kohler

Ministerialrat Dr. jur.  
Manfred Rebhan

**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 17. 6. 1998)

---

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

---

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

---

Prof. Dr. rer. pol.  
Achim Bachem

---

Prof. Dr.-Ing.  
Gerd Herziger

---

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 1. 7. 1998):

---

Prof. Dr. Wolfgang Kaysser  
(Vorsitzender)

---

Dipl.-Ing. Horst Hüners  
(stv. Vors.)

---

Dr. Manfred Gottwald

---

Dr. Heinz Hönlinger

---

Dr. Wolfgang Keydel

---

Prof. Dr. Horst Körner

---

Dr. Hans P. Kreplin

---

Dipl.-Ing. Karl Mertens

---

Dipl.-Phys. P.-Michael Nast

---

Prof. Dr. Hans Opower

---

Prof. Dr. Hans-P. Röser

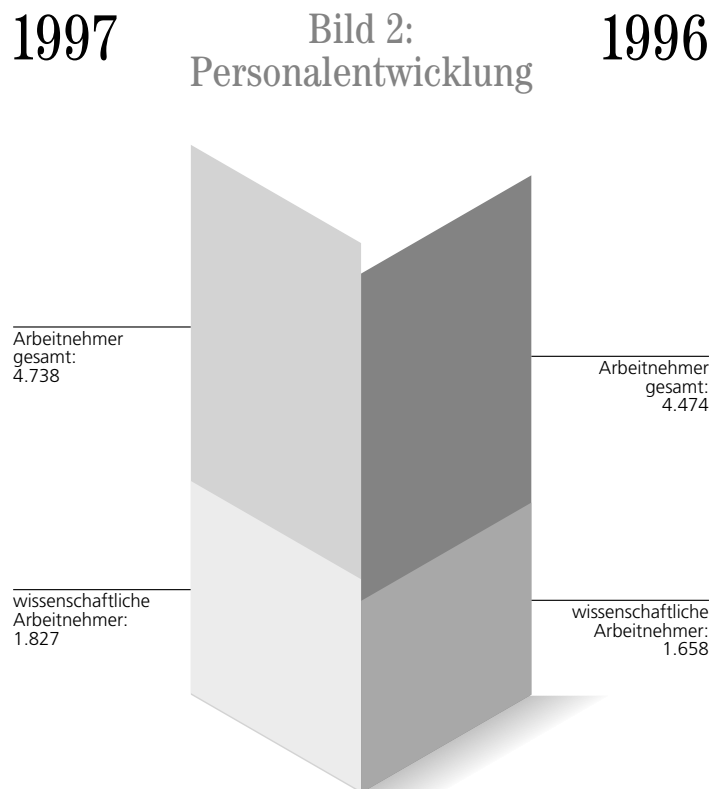
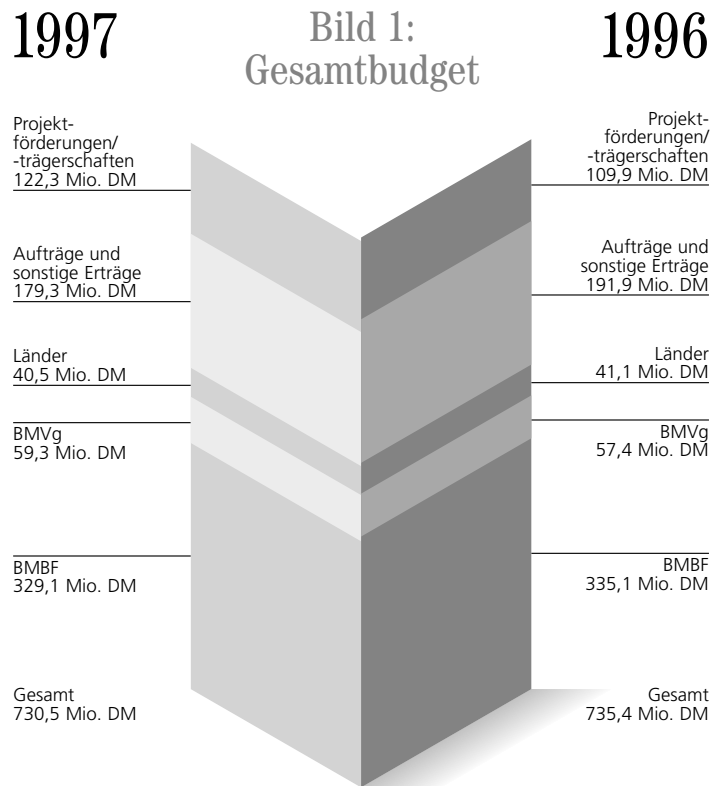
---

Dipl.-Ing. Uwe Teegen

■ Die Budgetsituation sowie die Personalentwicklung 1997 sind geprägt durch die Zusammenführung DLR und DARA sowie durch Haushaltskürzungen in der Grundfinanzierung. Insgesamt ist das Budget des DLR 1997 im Vergleich zu 1996 geringfügig gesunken.

Die institutionelle Förderung des Bundes und der Länder ist durch Haushaltskürzungen im Vollzug des Jahres 1997 gegenüber dem Planansatz um 11,5 Mio DM auf 428,9 Mio DM zurückgegangen. Aufgrund dieser Entwicklung wird der bis zum Jahre 2000 geplante Abbau von 850 grundfinanzierten Stellen fortgesetzt. Bei den Erträgen aus der Durchführung von Projektförderungen und Projektträgerschaften ist die deutliche Steigerung auf die Übernahme des Raumfahrtmanagementauftrages im 4. Quartal 1997 zurückzuführen. Insbesondere bei den Projektförderungen ist aber zukünftig mit einem Rückgang rechnen, der durch zusätzliche Anstrengungen im Bereich der Industrieaufträge kompensiert werden muß.

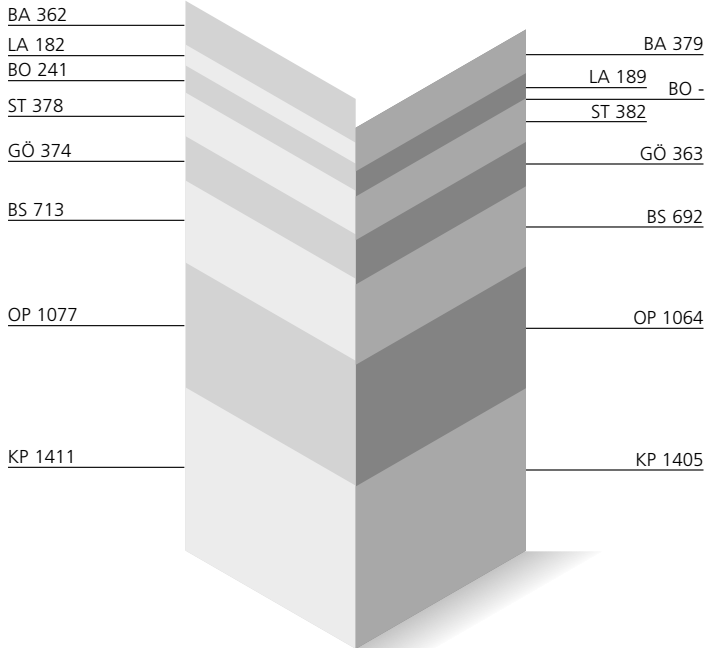
■ Die Zahl der Arbeitnehmer hat sich im Vergleich zu 1996 um 264 erhöht. 241 sind bedingt durch die Integration der DARA in das DLR. Der planmäßige Abbau im grundfinanzierten Bereich wird durch Zunahmen im ertrags-finanzierten Bereich und bei den Jungwissenschaftlern kompensiert.



1997

Bild 3:  
Arbeitnehmer in den  
Standorten

1996

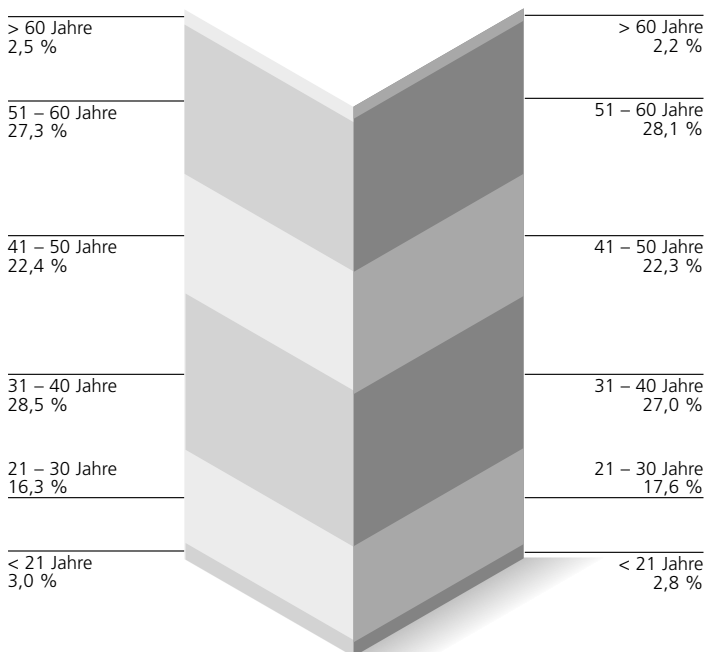


■ Durch die Integration der DARA in das DLR kam in 1997 der Standort Bonn-Oberkassel hinzu.  
 BA: Standort Berlin-Adlershof (mit Neustrelitz),  
 LA: Standort Lampoldshausen,  
 BO: Standort Bonn-Oberkassel,  
 ST: Standort Stuttgart,  
 GÖ: Standort Göttingen,  
 BS: Standort Braunschweig,  
 OP: Standort Oberpfaffenhofen,  
 KP: Standort Köln-Porz  
 (Stand: jeweils 31.12. des Jahres).

1997

Bild 4:  
Altersstruktur

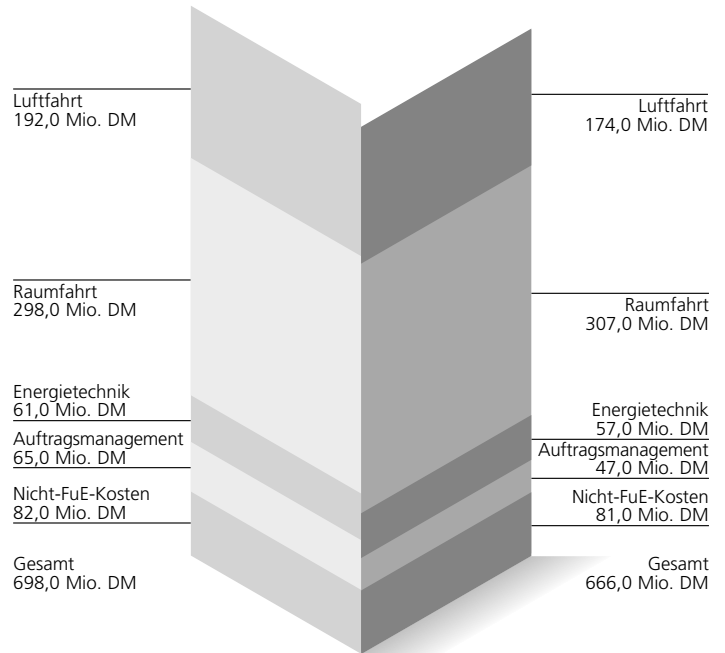
1996





1997 Bild 5: 1996

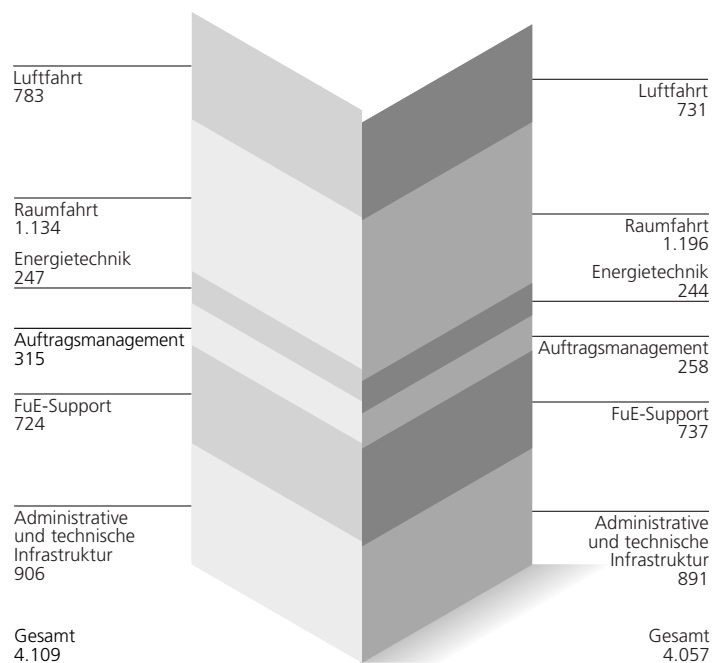
Kosten der Schwerpunkte



■ In 1997 wurde der Personaleinsatz im Schwerpunkt Luftfahrt zu Lasten des Schwerpunkts Raumfahrt entsprechend der strategischen Vorgabe „Angleichung der Kapazitäten im grundfinanzierten Bereich“ verstärkt.

1997 Bild 6: 1996

Personalkapazitäts-einsatz in den Schwerpunkten



## Bild 7: Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 1997

	1997 in TDM	1996 in TDM
1. Erträge Institutionelle Förderung a) Zuschuß-einnahmen Institutionelle Förderung b) Veränderung Ausgleichsansprüche	467.167 -53.915	433.347 + 12.203
2. Projektförderungen	78.505	78.659
3. Sonstige Zuschüsse	14.194	18.344
	505.951	542.553
4. Erlöse und andere Erträge a) Erlöse aus Forschung und Entwicklung einschließlich Bestandsveränderung an unfertigen Erzeugnissen b) Erlöse aus Projektträgerschaften c) Sonstige Erlöse	130.467 43.783 35.942	138.048 31.287 35.479
Zwischensumme	210.192 716.143	204.814 747.367
5. Zuweisungen zu den Sonderposten für Zuschüsse a) Anlagevermögen b) Umlaufvermögen	-73.447 1.543	-87.054 -19.325
6. Weitergegebene Zuschüsse	-3.639	-1.920
7. Für die Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuschuß-erträge, Erlöse und andere Erträge	640.600	639.068
8. Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	25.637	24.818
9. Aufwendungen für Energie- und Wasserbezug	14.240	13.916
10. Aufwendungen für fremde Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	12.367	18.898
11. Personalaufwand	429.063	419.742
12. Abschreibungen auf Anlagevermögen: Erträge aus der Auflösung des Sonderpostens für Zuschüsse zum Anlagevermögen	108.162 -108.162	107.753 -107.753
13. Sonstige betriebliche Aufwendungen	159.293	161.694
	640.600	639.068
14. Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit/Jahresergebnis	0	0

■ Das DLR führt seine Bücher nach dem System der kaufm. doppelten Buchführung. Der Jahresabschluß wird nach den für große Kapitalgesellschaften geltenden Vorschriften des Handelsgesetzbuches aufgestellt (vgl. Jahresrechnung 1997). Da das DLR als zuschußfinanzierte Forschungseinrichtung kein Eigenkapital bilden darf, unterscheidet sich der Jahresabschluß von erwerbswirtschaftlichen Unternehmen wie folgt: Sämtliche Investitionen (Zugänge zum Anlagevermögen) wer-

den im Jahr der Anschaffung/Herstellung durch einen Sonderposten für Zuschüsse zum Anlagevermögen wertberichtigt. Die Abschreibungen führen entsprechend zu einer Auflösung des Wertberichtigungs-postens.

Das Umlaufvermögen (ohne Flüssige Mittel) wird durch einen Sonderposten für Zuschüsse zum Umlaufvermögen wertberichtigt.

Ein sich unter Berücksichtigung der Veränderungen der Sonderposten ergebender Überschuß oder Fehlbetrag wird durch die Veränderung der Ausgleichsansprüche an die öffentliche Hand ausgeglichen.

Die Veränderung der Ausgleichsansprüche an die öffentliche Hand bilden zusammen mit den Zuschuß-einnahmen die Erträge aus institutioneller Förderung. Insofern sind für die Finanzierung des lfd. Jahres die tatsächlichen Zuschuß-einnahmen (Position 1a) und nicht die Erträge aus institutioneller Förderung maßgeblich.

Die Zuschußbeinnahmen aus der institutionellen Förderung (Bild 7, 1a) haben sich gegenüber dem Vorjahr um 33,8 Mio DM erhöht (Tabelle 1). Ursächlich hierfür sind jedoch Sonderzuwendungen zur Finanzierung von Umsatzsteuernachzahlung und DARA-Kaufpreis. Bereinigt um diese Position blieben die Zuschußbeinnahmen um 5,3 Mio DM (= 1,2 %) unter dem Vorjahreswert.

Die Projektförderungen (Bild 7,2) haben sich gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig reduziert, wogegen die sonstigen Zuschüsse (Bild 7,3) um 4,1 Mio DM unter dem Vorjahreswert blieben.

Die Erlöse aus F+E einschließlich Bestandsveränderungen an unfertigen Leistungen (Bild 7,4 a) blieben um 7,6 Mio DM unter dem Vorjahreswert, wogegen die sonstigen Erlöse (Bild 7,4 c) leicht über dem Vergleichswert liegen.

Ursächlich für den Anstieg der Projektträgerschaften um 12,5 Mio DM ist die Übernahme der Raumfahrtmanagementaufgaben von der ehemaligen DARA zum 01.10.1997 (Bild 7,4 b).

Die Investitionen (entspricht den Zuweisungen zu den Sonderposten für Zuschüsse zum Anlagevermögen - Bild 7,5 a) haben sich gegenüber dem Vorjahr um 13,6 Mio DM reduziert (Tabelle 2). Während die drittmittelfinanzierten Investitionen um 4,2 Mio DM über dem Vorjahreswert liegen, ist bei den grundfinanzierten Investitionen ein Rückgang um 14,7 Mio DM festzustellen.

Tabelle 1: Institutionelle Förderung

	1997 in TDM	1996 in TDM
Betrieb 90:10-Finanzierung	352.848	356.729
Investitionen 90:10-Finanzierung	71.820	71.165
Saldo periodenfremde Zahlungen	-850	-1.502
Sonderzuwendung Umsatzsteuernachzahlung	34.624	0
Sonderzuwendung DARA-Kaufpreisfinanzierung	4.500	0
Sonderfinanzierung HSP III	0	2.180
	4.225	4.775
	467.167*	433.347*

\* entspricht Bild 7, Zeile 1a

Tabelle 2: Investitionen

	1997 in TDM	1996 in TDM
Grundfinanzierte Investitionen	52.951	67.669
Drittmittelfinanzierte Investitionen	18.789	14.609
Sonderfinanzierung	0	500
Unentgeltliche Übereignungen	77	4.165
Zuschreibungen	1.630	111
	73.447*	87.054*

\* entspricht Bild 7, Zeile 5a

Die Erhöhung der Personalaufwendung (Bild 7,11) um 9,3 Mio DM resultiert im Ergebnis aus der Übernahme der Mitarbeiter der DARA im Wege des Betriebsübergangs.

Die sonstigen betrieblichen Aufwendungen haben sich gegenüber dem Vorjahr um 2,4 Mio DM vermindert. Hierbei konnten die Aufwendungen für Fremdleistungen um 5,4 Mio DM reduziert werden, wogegen die Aufwendungen zur Förderung der Gastwissenschaftler um 2,7 Mio DM gesteigert wurden.

Der Rückgang der Sachanlagen (Bild 8, A.2 Aktiva) spiegelt bereinigt um Anlagenabgänge die Lücke zwischen Abschreibungen (105,7 Mio DM) und Investitionen im Sachanlagevermögen (68,7 Mio DM) wider.

## Bild 8: Bilanz zum 31. 12. 1997

	Stand am 31. 12. 1997	Stand am 31. 12. 1996		Stand am 31. 12. 1997	Stand am 31. 12. 1996
Aktiva	TDM	TDM	Passiva	TDM	TDM
A. Anlagevermögen			A. Eigenkapital	946	946
1. Immaterielle Vermögensgegenstände	5.463	6.222	B. Sonderposten für Zuschüsse		
2. Sachanlagen	651.198	689.275	1. zum Anlagevermögen	686.375	726.848
3. Finanzanlagen	29.713 686.374	31.350 726.847	2. zum Umlaufvermögen	94.619	96.162
B. Umlaufvermögen			C. Rückstellungen	100.524	118.760
I. Vorräte	16.891	18.923	D. Verbindlichkeiten	78.348	86.494
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände			E. Rechnungsabgrenzungsposten	27	44
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	44.805	43.142			
2. Ausgleichsansprüche an die öffentliche Hand					
a) Institutionelle Förderung	131.144	170.619			
b) Projektförderung	2.130	-9.633			
3. Sonstige Vermögensgegenstände	32.676	34.274 44.312			
III. Flüssige Mittel	45.625				
C. Rechnungsabgrenzungsposten	1.194	770			
	960.839	1.029.254		960.839	1.029.254

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

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

*D-51170 Köln  
Porz-Wahnheide  
Linder Höhe  
D-51147 Köln  
Tel. (0 22 03) 6 01-0  
Fax (0 22 03) 6 73 10  
E-Mail: [pressestelle@dlr.de](mailto:pressestelle@dlr.de)*

*Gestaltung:  
Graphicteam Köln*

*Druck:  
Thierbach, Mülheim/Ruhr  
Köln, im September 1998*

*ISSN 0938-2194*

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