

## Höhenflüge für die Forschung

Der Weg, auf dem die deutschen Atmosphärenforscher ihre Wissenschaft voranbringen wollen, ist rasch skizziert: höher, weiter, schwerer. Konkret meint das Flughöhe, Reichweite und Nutzlast des geplanten Forschungsflugzeugs HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft)<sup>1)</sup>, das bei der Großgerätebegutachtung des Wissenschaftsrates das Prädikat „förderungswürdig ohne Vorbehalt“ er-



Zwei Flugzeugtypen stehen für das deutsche Forschungsflugzeug HALO noch zur Wahl, die hier gezeigte „Global Express“ der kanadischen Firma Bombardier und die amerikanische „Gulfstream V“ von Lockheed-Martin. (Foto: Bombardier)

hielt<sup>2)</sup>, und für dessen Finanzierung nun auch das Bundesforschungsministerium (BMBF) grünes Licht gegeben hat. Die Investitionskosten belaufen sich auf etwa 100 Millionen Euro, davon 40 Mio. Euro für die Anschaffung des Flugzeugs.

HALO soll Falcon, das bislang größte Forschungsflugzeug aus der Flotte des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt (DLR), nach über 25 Dienstjahren ablösen. Die Hauptaufgabe von HALO bildet die Erforschung der Chemie und Transportprozesse der Tropo- und Stratosphäre – vor allem im Hinblick auf Spurengase. Daran knüpft sich eine Vielfalt wissenschaftlicher Detailprobleme, deren Lösung letztlich Fragen von großer Relevanz klären soll: Wie entwickelt sich das Weltklima? Welchen Einfluss übt dabei der Mensch aus? Wie lässt sich die Wettervorhersage verbessern? Wie zuverlässig sind die Methoden der Fernerkundung?

Die Atmosphärenforschung ist mittlerweile stark interdisziplinär ausgerichtet. Neue Erkenntnisse erfordern die gleichzeitige Messung komplementärer Daten – teilweise im Verbund mit Messungen am Erdboden oder im Weltall mithilfe von Satelliten. Deshalb soll HALO mit einer maximalen Nutzlast von etwa drei Tonnen und einer Nutzfläche von 20 bis 30 Quadratmetern noch mehr Platz für Instrumente und Forscher bieten.

Der Wunsch nach einer größeren Flugreichweite resultiert aus dem Drang der Forscher in Richtung Tropen. Am Äquator der Erde heizt die Sonne die Atmosphäre besonders auf, was zu einer wesentlich stärkeren Konvektion führt. Die Troposphäre – und damit das Wettergeschehen – reicht deshalb deutlich höher als in nördlichen Regionen – zu hoch für Flugzeuge wie Falcon. Wer aber den Weg der Schadstoffe in die Stratosphäre verfolgen will, betont Ulrich Schumann, Direktor des DLR-Instituts für die Physik der Atmosphäre (Oberpfaffenhofen), muss mit den Forschungen in den Tropen beginnen. Mit einer Gipfelflughöhe von 15 Kilometern und einer Reichweite von 8000 Kilometern eröffnet erst ein Forschungsflugzeug wie HALO den Forschern den Weg in die Höhen der tropischen Troposphäre.

Aus dem breiten Spektrum der Forschungsthemen, zu denen HALO einen wichtigen Beitrag leisten soll, führt Schumann die Frage an, wie stark Blitze zum Stickoxidhaushalt in der Atmosphäre beitragen. Die Konzentration der Stickoxide  $\text{NO}_x$  spielt eine entscheidende Rolle bei der Bildung von Ozon infolge der Oxidation von Kohlenwasserstoffen. Doch die Schätzungen für die Menge der weltweit durch Blitze erzeugten Stickoxide klaffen noch weit auseinander und reichen von 1 Million bis 20 Millionen Tonnen pro Jahr – eine zu große

Unsicherheit, um die Bedeutung der anthropogenen Stickoxid-Produktion beurteilen zu können. Die Menge der Stickoxide aus Flugzeugabgasen beläuft sich z. B. auf 0,8 bis 1 Mio. Tonnen jährlich.

Für eine zuverlässigere Wettervorhersage gilt es unter anderem, die Rolle der Wolken im Wettergeschehen besser zu verstehen. Auch die Rückwirkung von Klimaänderungen auf die Bewölkung und umgekehrt gilt es zu klären. Dabei besteht die Herausforderung darin, die zahlreichen miteinander wechselwirkenden physikalischen und chemischen Prozesse auf höchst unterschiedlichen Größenskalen zu untersuchen.

Der für HALO ursprüngliche anvisierte Starttermin von 2005 lässt sich laut Schumann nicht mehr erreichen, frühestens Ende 2006 ist mit dem Start des Forschungsflugzeugs zu rechnen. Die Zeit drängt dabei ein wenig. Zum einen möchte man noch Messungen gemeinsam mit dem Erdbeobachtungssatelliten Envisat<sup>3)</sup> vornehmen, dessen Betrieb zunächst bis 2006 vorgesehen ist. Zum anderen haben auch die Amerikaner ein vergleichbares Forschungsflugzeug in Planung und sich bereits für einen Flugzeugtyp entschieden.<sup>4)</sup> Für HALO sind derzeit noch zwei Modelle im Rennen (Foto).

Die deutsche Forschergemeinde möchte jedenfalls ihre internationale Spitzenposition im Bereich der At-

## KURZGEFASST...

### Technologische Leistungsfähigkeit

In der vom BMBF in Auftrag gegebenen Studie „Die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002“ beklagen Wirtschaftsforscher Schwächen im naturwissenschaftlichen Unterricht, zu geringe Akademikerzahlen und eine gewisse Mutlosigkeit bei Unternehmen und Staat, wenn es um Investitionen in Forschung und Entwicklung geht. Die 226-seitige Studie ist als PDF (1,5 MB) unter [www.bmbf.de/pub/ilf\\_2002.pdf](http://www.bmbf.de/pub/ilf_2002.pdf) abrufbar.

### Kosten für japanischen Beschleuniger

Japanische Physiker haben eine detaillierte Kostenabschätzung für ihren geplanten Linearbeschleuniger veröffentlicht. Im Japanese Electron-Positron Linear Collider sollen Elektronen und Positronen mit Energien von 500 GeV aufeinanderprallen. Je nach Version werden die Kosten auf 2,3 bis 3,8 Mrd Euro beziffert. Das liegt im Bereich der für TESLA veranschlagten 3,4 Mrd. Euro. Weiteres unter [www.jlc.kek.jp](http://www.jlc.kek.jp)

### Ein Element für Darmstadt

Element 110, das von einer Forschergruppe der GSI entdeckt wurde, soll „Darmstadtium“ (Kürzel „Ds“) heißen. Damit folgen die Entdecker einer Empfehlung der International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC), neue chemische Elemente nach ihrem Entdeckungsort zu benennen. Endgültig „getauft“ wird Element 110 im August während der IUPAC-Generalversammlung im kanadischen Ottawa.

### Neue Max-Planck-Forschungsgruppe

Mit einer Kooperationsvereinbarung haben die Max-Planck-Gesellschaft und der Freistaat Bayern die Einrichtung einer Max-Planck-Forschungsgruppe an der Universität Erlangen-Nürnberg beschlossen. Die Forschungsgruppe für Optik, Information und Photonik soll mindestens drei Abteilungen umfassen. Der Vertrag regelt u. a. die Finanzierung des laufenden Betriebs, die sich MPG und die Freistaat Bayern teilen.

1) [www.pa.op.dlr.de/HALO/](http://www.pa.op.dlr.de/HALO/)

2) [www.wissenschaftsrat.de/texte/5370-2.pdf](http://www.wissenschaftsrat.de/texte/5370-2.pdf)

3) <http://envisat.esa.int/>

4) [www.hiaper.ucar.edu/](http://www.hiaper.ucar.edu/)

5) Siehe z. B. im HALO-Projektantrag: [www.pa.op.dlr.de/HALO/Halo\\_antrag\\_final.pdf](http://www.pa.op.dlr.de/HALO/Halo_antrag_final.pdf)

mosphärenforschung und Erdbeobachtung mit HALO festigen und ausbauen. Insgesamt sind an dem Projekt 31 Institute beteiligt, die sich mit Atmosphären- und Umweltforschung befassen. Blickt man einmal auf die Liste der Forschungsthemen, die sich die Wissenschaftler vorgenommen haben<sup>5)</sup>, deutet alles darauf hin, dass der Atmosphärenforschung an Bord der HALO wohl auch innerhalb von 25 Jahren nicht die Luft ausgehen wird.

ALEXANDER PAWLAK

## Faszinierendes Licht

Das Elektron ist tot, es lebe das Photon. Glaubt man den Experten, so folgt dem vergangenen „Jahrhundert des Elektrons“ nun das „Jahrhundert des Photons“. Licht steht als universelles „Werkzeug“ demnach erst am Anfang einer Erfolgsgeschichte, zu der bereits heute die Glasfasertechnik für die Kommunikation, der Industrieroboter zum Laserschweißen, die Scannerkasse im Supermarkt oder der heimische DVD-Spieler beitragen. Der weltweite Markt hat heute ein Volumen von ca. 70 Milliarden Euro und soll sich bei jährlichen Wachstumsraten von rund 20% innerhalb des nächsten Jahrzehnts verzehnfachen. Ende Februar trafen sich in Berlin anlässlich des Kongresses „Optische Technologien – Zukunft für die deutsche Wirtschaft“ die Bundesminister Edelgard Bulmahn und Wolfgang Clement mit Unternehmensvertretern und Wissenschaftlern, um neue Wege zu suchen, wie die Chancen dieser Technologien schneller und effizienter für den Wirtschaftsstandort Deutschland genutzt werden können. Zeitgleich fiel auch der Startschuss für die Kampagne „Faszination Licht“, mit der bereits in den Schulen für die Aus- und Weiterbildung in den optischen Technologien geworben werden soll.

In vielen Gebieten der optischen Technologien hat Deutschland eine hervorragende Wettbewerbsposition. Damit diese Position erhalten und weiter ausgebaut wird, haben sich vor drei Jahren Industrie, Wissenschaft und Verbände zusammengesetzt, um in einem Strategieprozess die „Deutsche Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert“ zu erarbeiten. Seit Anfang 2002 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung diese

Technologien im Rahmen des Programms „Optische Technologien – Made in Germany“ und stellt dafür bis 2006 Fördermittel in Höhe von 280 Millionen Euro zur Verfügung. Auch das Wirtschaftsministerium möchte im Rahmen der Initiative „Innovation und Zukunftstechnologien im Mittelstand“ insbesondere die Innovationskompetenz kleiner und mittlerer Unternehmen fördern und sie stärker mit Forschungseinrichtungen vernetzen. „Leider mussten wir aber auch erfahren, dass der Marktdurchbruch nicht automatisch in dem Land stattfindet, in dem die Technologie für ein neues Produkt erfunden wurde.“ sagte Wolfgang Clement in Berlin. Daher komme es



**Die Wanderausstellung „Faszination Licht“, hier ein Exponat zur Farbmischung, soll das Interesse an optischen Technologien bei Kindern und Jugendlichen wecken (Foto: M. Schmitz, VDI-TZ)**

auf „die schnelle Durchdringung der Kernbranchen der deutschen Industrie mit optischen Technologien an“.

Dies setzt jedoch unter anderem voraus, dass ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Direkt beschäftigt sind derzeit einige zehntausend Arbeitnehmer in den optischen Technologien, „aber Tausende werden weiterhin händeringend gesucht“, sagte Lothar Späth, Vorstandsvorsitzender der Jenoptik AG. Edelgard Bulmahn schlug in die gleiche Kerbe: „Wir haben in den letzten Jahren in der Informations- und Kommunikationsbranche erlebt, wie der Mangel an qualifiziertem Nachwuchs zum Hemmschuh für die Forschung und für die wirtschaftliche Entwicklung werden kann. Dieser Fehler darf sich bei den Optischen Technologi-

en nicht wiederholen.“ Daher seien an den Hochschulen neue Studienschwerpunkte eingerichtet worden und an den Fachhochschulen werden Masterstudiengänge „Optische Technologien“ gefördert.

Doch das Interesse an den optischen Technologien müsse bereits früher geweckt werden: „Wer morgen Innovationen will, muss heute auf die Neugier und den Wissensdrang unserer Kinder und Jugendlichen setzen.“, sagte Bulmahn. Dies ist das Ziel der Kampagne „Faszination Licht“, die im Auftrag des BMBF vom VDI-Technologiezentrum Düsseldorf koordiniert und von zahlreichen Verbänden und wissenschaftlichen Fachgesellschaften, darunter die DPG und die Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, unterstützt wird. Neben einer Website<sup>\*)</sup> gehört dazu unter anderem eine Wanderausstellung, ein Vortragsprogramm sowie Unterrichtsmaterialien für Lehrerinnen und Lehrer.

STEFAN JORDA

## Bangen um DIVA

Der Astrometriesatellit DIVA wird definitiv nicht als nationales Projekt verwirklicht. Das beschloss jüngst das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR. Jetzt laufen Diskussionen mit amerikanischen Wissenschaftlern über eine Kooperation. Damit geht das Ringen um dieses Projekt in seine letzte Runde.

DIVA sollte als deutsches Weltraumteleskop die Arbeit seines europäischen Vorgängers Hipparcos fortsetzen, der Anfang der 90er Jahre Positionen, Helligkeiten und Bewegungen von 120 000 Sternen mit bis dahin unerreichter Präzision bestimmt hat. DIVA hätte zwei Jahre lang den gesamten Himmel durchmusternd und dabei von 35 Millionen Sternen die Positionen, Entfernungen, Eigenbewegungen, Helligkeiten und Farben mit wesentlich höherer Genauigkeit vermessen als sein Vorgänger. Das Teleskop hätte überdies wegen des Einsatzes moderner Detektoren nur ein Zehntel von Hipparcos gekostet.

Ein solcher Sternkatalog ist für Astronomen eine nahezu erschöpfliche Fundgrube. Die Messdaten ermöglichen es, die kosmische Entfernungsskala genauer festzulegen, was sich auf die Alters-

<sup>\*)</sup> [www.faszinationlicht.de](http://www.faszinationlicht.de)