

RAUMFAHRT

Forschung für neue Raumtransporter

DIE BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZEIGTE EINE AUSSTELLUNG ZU NEUEN RAUMTRANSPORTKONZEPTEN IN IHREN RÄUMEN

VON GOTTFRIED SACHS

Unter dem Titel „Der Neue Weg ins All – Raumtransporter der nächsten Generation“ präsentierte die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG eine Ausstellung, die zum ersten Male ein Thema der Ingenieurwissenschaften zum Gegenstand hat. Die Ausstellung wurde vom Bayerischen Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Hans Zehetmair, und dem DFG-Präsidenten, Prof. Ernst-Ludwig Winnacker, am 13. März im Herkulesaal der Residenz unter einer großen Publikumsteilnahme mit mehr als 1300 Besuchern feierlich eröffnet. Grußworte sprachen der Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Prof. Heinrich Nöth, und der Präsident der TU München, Prof. Wolfgang A. Herrmann. Den Festvortrag zum Thema „Grundlagenforschung für zukünftige Raumtransportsysteme – Perspektiven und Herausforderungen“ hielt Prof. Gottfried Sachs, als Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Transatmosphärische Flugsysteme“ der TU München.

Die Ausstellung, die vom 14. März bis zum 26. April in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München zu sehen war, zeigt Ergebnisse von drei Sonderforschungsbereichen der DFG: „Grundlagen des Entwurfs von Raumflugzeugen“ der RWTH Aachen, „Transatmosphärische Flugsysteme“ der TU

München und „Hochtemperaturprobleme rückkehrfähiger Raumtransportsysteme“ der Universität Stuttgart. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR ist mit mehreren Projekten an den Sonderforschungsbereichen beteiligt. Die DFG förderte – gemeinsam mit Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen sowie (bis 1994) der Bundesregierung – die Arbeiten der Sonderforschungsbereiche mit rund 60 Millionen Euro. Die Förderung läuft Ende 2003 aus, im 15. Jahr des Bestehens der Sonderforschungsbereiche.

Parallel zur Ausstellung in Deutschland wird eine internationale Version im Rahmen der von Bund und Ländern sowie von weiteren Organisationen getragenen Konzentrierten Aktion „Internationales Marketing für den Bildungs- und Forschungsstandort Deutschland“ in mehreren Ländern präsentiert. Erste Station war Rio de Janeiro, wo die Ausstellung im Beisein des deutschen Botschafters am 13. September 2002 eröffnet wurde. Weitere Stationen der internationalen Ausstellung sind Bangkok und Seoul.

Die Erfahrungen mit den drei Sonderforschungsbereichen zeigen, dass die universitäre Forschung substantielle Beiträge auf diesem Gebiet der Hochtechnologie leisten kann. Ziel der Grundlagenarbeiten sind zukünftige, neue Raumtrans-



LEHRSTUHL FÜR FLUGMECHANIK UND FLUGREGELUNG, TUM

portsysteme, die eine starke Reduzierung der Kosten, die volle Wiederverwendbarkeit, eine erhebliche Steigerung der Flugsicherheit und Zuverlässigkeit, eine deutliche Verbesserung in der Umweltverträglichkeit sowie eine signifikante Erhöhung der Orbitflexibilität ermöglichen.

Zweistufiges Raumtransportsystem. Die flugzeugähnliche Trägerstufe ist mit einem Flügel und einem luftansaugenden Antrieb ausgestattet. Die Orbitalstufe besitzt ebenfalls einen Flügel sowie einen Raketenantrieb

Von großer Bedeutung für den wissenschaftlichen Erfolg der drei Sonderforschungsbereiche ist die enge Koordination und Zusammenarbeit, die in der Organisationsform eines Verbundes angelegt sind. Dieser wird von einem Lenkungsgremium gesteuert, das aus den drei Sprechern besteht. Ein derart enges Zusammenwirken von Sonderforschungsbereichen hat die DFG hier zum ersten Mal praktiziert. Die Erfahrungen mit dem Verbund sind sehr positiv. Dies findet seinen Niederschlag auch in der Stellungnahme des Wissenschaftsrats zur Entwicklung des Programms der Sonderforschungsbereiche vom 23.1.1998, in der der Verbund der drei Sonderforschungsbereiche in Aachen, München und Stuttgart anerkennend gewürdigt wurde und auch eine stärkere Vernetzung thematisch benachbarter Sonderforschungsbereiche auch für die Zukunft empfohlen wird.

Münchener Sonderforschungsbereich „Transatmosphärische Flugsysteme“

Der Münchener Sonderforschungsbereich 255 „Transatmosphärische Flugsysteme“ konzentriert sich in seiner Thematik auf die Gebiete Aerothermodynamik, Antriebssysteme sowie Flugmechanik und Gesamtsystem, auf denen mit einem hohen Grad an Interdisziplinarität und Kooperation der beteiligten Wissenschaftler Grundlagenarbeiten durchgeführt werden. Damit sind Kernfelder auf dem Gebiet zukünftiger Raumtransportsysteme erfasst, die für die Bewältigung der hier bestehenden Herausforderungen von zentraler Bedeutung sind.

Am Sonderforschungsbereich 255 „Transatmosphärische Flugsysteme“ sind Wissenschaftler der TU München und der Universität der Bundeswehr München beteiligt. Außerdem wirkten Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt DLR und der Universität Greifswald mit. Die Mitwirkung der Universität Greifswald beruht auf den besonderen Unterstützungsmaßnahmen, die die DFG für die neuen Bundesländer nach 1989 gestartet hat.

Organisatorisch gliedert sich der Sonderforschungsbereich in drei Projektbereiche, in denen jeweils mehrere Forschungsvorhaben durchgeführt werden.

Projektbereich A:
Aerothermodynamik

Projektbereich B:
Antriebssysteme

Projektbereich C:
Flugmechanik und Gesamtsystem.

Der **Projektbereich A** Aerothermodynamik ist mit Untersuchungen auf dem Gebiet der Strömungsvorgänge befasst. Für den aerodynamisch getragenen Flug bei extrem hohen Geschwindigkeiten sind grundlegende Probleme zu lösen, die für die Auslegung von zukünftigen Raumtransportsystemen von maßgeblicher Bedeutung sind. Hierzu erfolgen aufwendige numerische Simulationen und Windkanalversuche, um die erforderlichen Kenntnisse über die komplexen Strömungsvorgänge im Hyperschall zu erlangen. Gegenstand der Forschungsarbeiten ist ferner der Trennvorgang von Träger- und Orbitalstufe, bei dem aerodynamische Interferenzeffekte zu gravierenden Änderungen in den Kräften und Momenten führen können. Auch für den Antrieb im Hyperschallflug kann die Strömungssimulation wichtige Erkenntnisse liefern, die die Verbrennung von Treibstoff und Luft betreffen und die für die Gestaltung des Triebwerks bedeutsam sind. Dies ist Gegenstand eines weiteren Forschungsprojektes.

Die Erforschung von Triebwerken, die für den Hyperschallflug geeignet sind, ist das Aufgabengebiet von **Projektbereich B** Antriebssysteme. Die hohe Fluggeschwindigkeit von zukünftigen Raumtransportsystemen erfordert neuartige Antriebe, die als Staustrahltriebwerke bezeichnet werden, da hier herkömmliche Flugtriebwerke nicht genug Schub liefern bzw.

sogar nicht mehr arbeitsfähig sind. Obwohl die Staustrahltriebwerke einen konstruktiv einfachen Aufbau besitzen, stellen sich – bedingt durch die hohe Machzahl – gravierende Probleme. Von zentraler Bedeutung sind hierbei die Erzielung einer effizienten Verbrennung sowie die Beherrschung der großen Hitzebelastung. Ziel ist es, eine gute Gemischbildung von Brennstoff und Luft sowie einen kontrollierten und stabilen Verbrennungsprozess mit hoher Effizienz durch eine geeignete Auslegung des Triebwerks zu erreichen. Ein Teil der Arbeiten betrifft Untersuchungen zum Leistungsvermögen der Antriebe, zu denen auch der Betrieb im Teillastbereich zählt. Weiter wird das Verhalten bei Störungen im Lufteinlauf erforscht.

Der **Projektbereich C** Flugmechanik und Gesamtsystem ist mit Problemen der Flugmechanik, Flugregelung und Flugführung von zukünftigen Raumtransportsystemen sowie mit Fragen des Gesamtsystems befasst. Um das Leistungsvermögen von zukünftigen Raumtransportsystemen maximal zu nutzen, ist die optimale Steuerung ihrer komplexen Flugbahn vom Start bis zur Erdumlaufbahn notwendig. Hierbei spielt außer dem Brennstoffverbrauch auch die thermische Belastung des Flugsystems bei hohen Geschwindigkeiten eine große Rolle. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Erhöhung der Flugsicherheit. Ziel ist es, das Sicherheitspotenzial von zukünftigen Raumtransportsystemen voll ausschöpfen zu können. Ferner werden die Flugeigenschaften von zukünftigen Raumtransportsystemen erforscht, da sich hier grundsätzliche Unterschiede im Vergleich zum konventionellen Geschwindigkeitsbereich zeigen. Die Trennung von Träger- und Orbitalstufe, ebenfalls Gegenstand der Forschungsarbeiten, ist völliges technisch-wissenschaftliches Neuland.



Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker, Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Prof. Dr. Gottfried Sachs, TU München, Staatsminister Hans Zehetmair, Prof. Dr. Heinrich Nöth, Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften bei der Ausstellungseröffnung am 13. März 2003

BERNHARD SCHMIDT

Von großer Bedeutung für das Gesamtsystem sind Forschungsarbeiten, die mit der Bewertung von Entwurf und Konfiguration zukünftiger Raumtransportsysteme befasst sind. Diese Arbeiten, die Ergebnisse aus den einzelnen Teilprojekten aufnehmen, bilden ein integrierendes Element für den gesamten Sonderforschungsbereich.

Die Forschungsprojekte des Münchener Sonderforschungsbereichs sind Gegenstand von theoretischen und numerischen Untersuchungen sowie von experimentellen Arbeiten. Für die Experimente stehen leistungsfähige Versuchseinrichtungen zur Verfügung, die bei Einrichtung des Sonderforschungsbereichs neu beschafft oder durch geeignete Ausbaumaßnahmen auf einen modernen Stand gebracht worden sind. Hervorzuheben ist auch das enge Zusammenwirken von Mathematik und Ingenieurwissenschaften, das ein besonderes Kennzeichen des Münchener Sonderforschungsbereichs ist.

In der Förderung und Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses sieht der Sonderforschungsbereich eine wichtige Aufgabe. Dies insbesondere auch deshalb, weil ansonsten auf dem Gebiet zukünftiger Raumtransportsysteme mit wissenschaftlich anspruchsvollen und zukunftsweisenden Themen eine gravierende Lücke bestünde. Daher werden für den wissenschaftlichen Nachwuchs gezielte, vielfältige Fördermaßnahmen ergriffen. Der Erfolg ist ersichtlich an der Anzahl der Dissertationen und der Habilitationen oder der mit einem Preis bedachten Arbeiten von Studenten bzw. Mitgliedern des Sonderforschungsbereichs 255 bei den jährlich vergebenen DGLR-Preisen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, dem Willy-Messerschmitt-Preis oder den VDI-Nachwuchspreisen Bayern. Die folgende Zusammenstellung gibt hierzu einen

LEHRSTUHL FLUGMECHANIK UND FLUGREGELUNG, TUM



Trennvorgang von Orbital- und Trägerstufe. Die Trennung erfolgt in einer Höhe von ca. 35 km bei einer Geschwindigkeit von ca. 7500 km/h

Überblick: 84 Dissertationen, 5 Habilitationen und 11 Preise (DGLR, VDI, Willy-Messerschmitt-Preis).

Die Internationalisierung ist ein weiterer Akzent, dem der Sonderforschungsbereich 255 besonderes Gewicht zumisst. Dies bietet sich bereits von der Thematik her an, da das Gebiet der zukünftigen Raumtransportsysteme von sich aus stark international ausgerichtet ist. Auch gilt speziell aus europäischer Sicht, dass ein derartiges Raumtransportsystem nicht von einem Land allein, sondern nur in einem Zusammenwirken von mehreren Ländern zu realisieren ist. Im Rahmen der Internationalisierung sind vielfältige Kontakte und Kooperationen mit ausländischen Wissenschaftlern entstanden. Dies betrifft sowohl Länder in Europa als auch solche außerhalb, zu denen vor allem die USA und Russland zählen.

Ein Höhepunkt der internationalen Kooperationen ist die Zusammenarbeit mit der NASA. Dadurch ist es möglich, die weltweit einzigartigen Versuchseinrichtungen des NASA Dryden Flight Research Center in Edwards, Kalifornien, zu nutzen. Hierzu zählt das schnellste Flugzeug der Welt, die SR-71, die mehr als dreifache Schallgeschwindigkeit erreichen kann. Auch die Mitwirkung von NASA-Testpiloten, die über umfangreiche Erfahrungen im Höchstgeschwindigkeits-

flug verfügen, ist von besonderem Wert für die experimentellen Untersuchungen. Ein weiterer Höhepunkt betrifft die Zusammenarbeit mit dem Institut für Theoretische und Angewandte Mechanik der Russischen Akademie der Wissenschaften in Novosibirsk, Russland. Hier erfolgten Windkanalversuche über die Trennung von Träger- und Orbitalstufe im Hyperschallbereich.

Aufgrund der fachlichen Kompetenz, die der Sonderforschungsbereich gewonnen hat, gelang es, an wichtigen nationalen und internationalen Forschungsprogrammen als Partner von außeruniversitärer Großforschung und Industrie teilzunehmen. Dies gilt für das bayerische Forschungsprogramm TETRA (Technologien für zukünftige Raumtransportsysteme), das nationale Forschungsprogramm ASTRA (Ausgewählte Technologien für zukünftige Raumtransportanwendungen) und auch das europäische Forschungsprogramm FESTIP (Future European Space Transportation Investigations Programme), wo der Sonderforschungsbereich 255 mit wissenschaftlich anspruchsvollen Forschungsprojekten mitwirkt. Auch an dem zukünftigen europäischen Forschungsprogramm FLPP (Future Launcher Preparatory Programme) ist eine Mitwirkung des Sonderforschungsbereichs geplant.

