



Der Weg zum Mars – DLR-Forscher simulieren Marsatmosphäre

Donnerstag, 20. Januar 2011

In Ergänzung der europäischen ExoMars-Mission zur Erforschung des Mars startet am 20. Januar 2011 ein internationales Projekt zur Simulation des Eintritts von Raumfahrzeugen in die Marsatmosphäre. Das Projektteam aus deutschen, russischen und italienischen Wissenschaftlern wird von der Abteilung Überschall- und Hyperschalltechnologie des Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) koordiniert. Im Kölner Windkanal bilden die Wissenschaftler unter anderem die Marsatmosphäre nach.

Die Erforschung des Mars hat in den vergangenen Jahren große Fortschritte gemacht. Raumfahrtmissionen wie "Mars Express" haben das Wissen über den "Roten Planeten" deutlich verbessert. Dennoch sind viele Fragen zur Beschaffenheit, Entstehung und Entwicklung unseres Nachbarplaneten offen. Antworten auf diese Fragen sind nur auf der Oberfläche des Mars zu finden. Um dort sicher landen zu können, muss zunächst die Hürde der Marsatmosphäre genommen werden. Hier beginnt die Arbeit der Forschergruppe unter Leitung von DLR-Wissenschaftler Dr. Ali Gülhan.

Heißer Eintritt

Ähnlich wie bei dem Wiedereintritt von Raumfahrzeugen in die Erdatmosphäre muss ein Raumfahrzeug beim Eintritt in die Marsatmosphäre enormen Temperaturbelastungen standhalten. Aus diesem Grund sind sowohl Landekapseln als auch Spaceshuttles durch eine Hitze absorbierende Schicht geschützt. Diese kann unter anderem aus organischem Material - das während des Eintritts verbrennt - oder auch keramischen Strukturen bestehen.

Vergangene Marsmissionen hatten begrenzte Informationen über die Zusammensetzung der Atmosphäre des Planeten. Präzise Vorhersagen der zu erwartenden Temperaturen beim Eintritt in die Marsatmosphäre waren nur teilweise möglich. Deshalb wurde aus Sicherheitsgründen der Hitzeschutz mit großen Toleranzen konzipiert. Dieser überdimensionierte Hitzeschutz wirkte sich allerdings negativ auf die wissenschaftliche Nutzlast des Raumfahrzeugs aus. Die aktuellen Forschungen sollen dies verbessern.

Nachgebildete Marsatmosphäre

Eine genaue Vorhersage der Verteilung des Hitzeflusses auf der Oberfläche der Raumkapsel, die mit Hyperschall in die Atmosphäre eintritt, ist für eine grundlegende Verbesserung der Eintrittstechnologie unerlässlich. Zur Modellierung der Hochtemperaturströmung werden vielfach Computersimulationen eingesetzt. Dafür wird auch das vom DLR entwickelte TAU-Rechenverfahren genutzt. Die Daten für diese Computermodelle stammen aus Windkanalversuchen, bei denen die wesentlichen physikalischen Eigenschaften des Mars nachgebildet werden. In der Marsatmosphäre befinden sich beispielsweise im Vergleich zur Erdatmosphäre mehr Partikel, die die Erosion des Hitzeschutzes deutlich verstärken.

In Köln steht den Forschern ein Lichtbogenbeheizter Windkanal zur Verfügung, in dem Modelle den realen Hitzelasten ausgesetzt werden können. Diese Anlage erlaubt das Strömungsfeld des Marses mit Staubpartikeln nachzubilden und das Verhalten des Hitzeschutzmaterials mit Hilfe optischer und konventioneller Messtechniken zu untersuchen. Während die Frontseite der Raumkapsel höheren thermischen Lasten ausgesetzt ist, bestimmt die relativ kühle und dünne Strömung auf der Rückseite die dynamische Flugstabilität des Fahrzeuges. Zusätzlich werden

beim DLR in Göttingen Experimente zur Bestimmung des Einflusses der Gaszusammensetzung auf den Wärmefluss durchgeführt.

Die durch numerische Simulation und im Windkanal gewonnenen Daten fließen in die Entwicklung von neuartigen Hitzeschutzkonzepten sowie Materialien ein und haben Einfluss auf das aerodynamische Design der Raumfahrzeuge.

International und interdisziplinär

Neben der Strömungs- und Materialforschung beschäftigt sich das interdisziplinäre Forschungsprojekt SACOMAR (Safe and Controlled Martian Entry) auch mit dem Problem des sogenannten Blackouts, dem Abriss der Funkverbindung während der Eintrittsphase. Projektleiter Dr. Ali Gülhan zu dem Potential von SACOMAR: "Das Projekt bietet uns die Chance, durch die Kooperation von Wissenschaftlern verschiedener Fachgebiete technologische Grundlagen des Marseintritts im Detail zu untersuchen. Die Forschungsergebnisse können einen Beitrag zum ExoMars-Projekt der ESA leisten."

Das von der europäischen Union finanzierte Projekt vereint die Arbeit der deutschen, russischen und italienischen Forscher mit Projektpartnern aus der Industrie. Die Partner des DLR sind: CIRA (Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), Thales Alenia Space Italia, EADS Astrium GmbH, TsNIImash (Central Research Institute of Machine Building, Russland), TsAGI (Russian Central Aerohydrodynamic Institute, Russland), IPM (Russian Institute for Problems in Mechanics, Russland), ITAM (Russian Institute of Theoretical and Applied Mechanics, Russland).

Kontakte

Michel Winand

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Kommunikation Köln

Tel.: +49 2203 601-2144

Michel.Winand@dlr.de

Dr.-Ing. Ali Gülhan

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

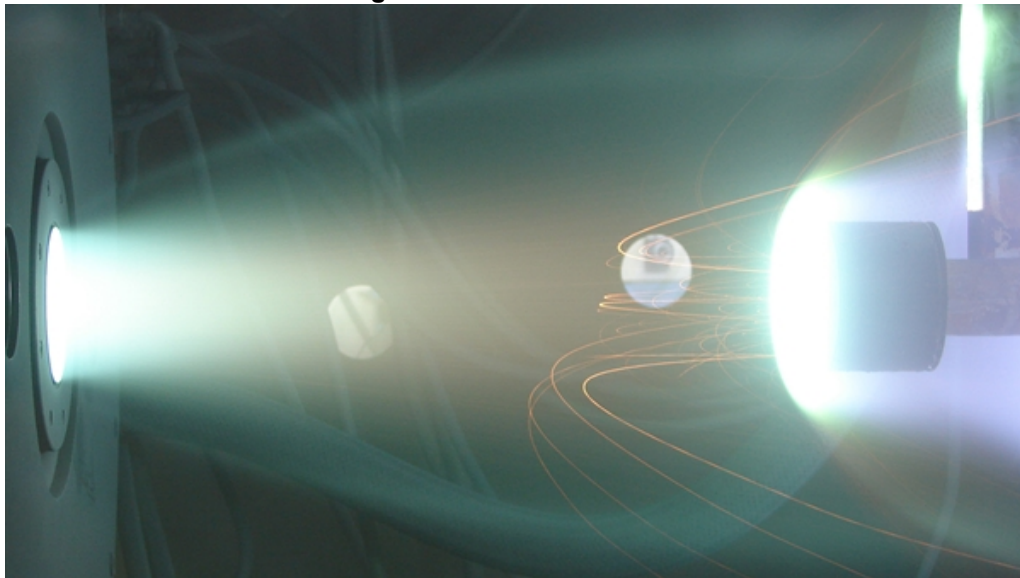
Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Über- und Hyperschalltechnologie

Tel.: +49 2203 601-2363

Fax: +49 2203 601-2085

ali.guelhan@dlr.de

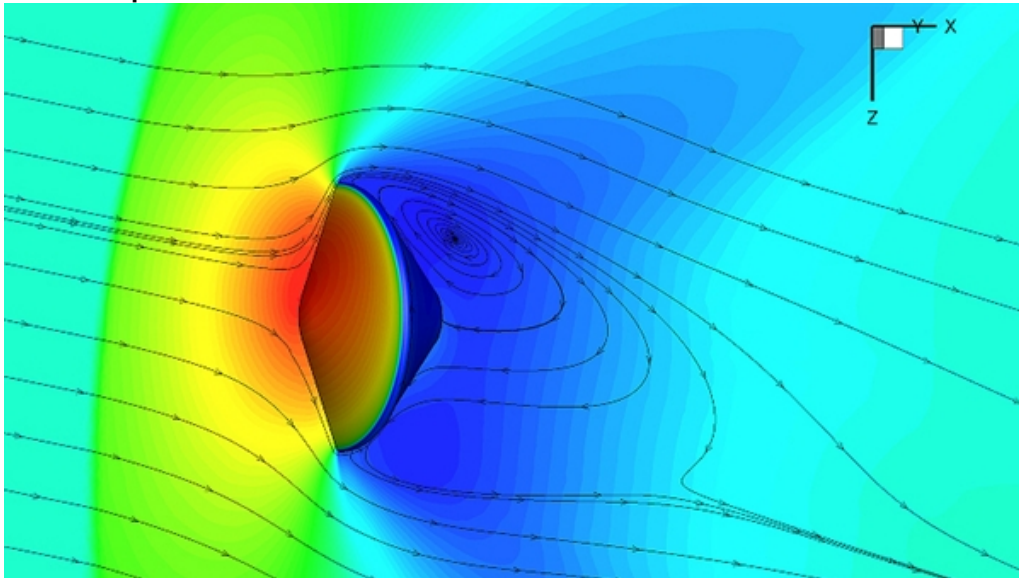
Glühende Partikel im Lichtbogenbeheizten Windkanal



Die Daten für die numerischen Computermodelle stammen aus Windkanalversuchen, bei denen die physikalischen Eigenschaften des Mars nachgebildet werden. In der Marsatmosphäre befinden sich beispielsweise mehr Partikel als in der Erdatmosphäre, was einen höheren Reibungswiderstand bedeutet.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

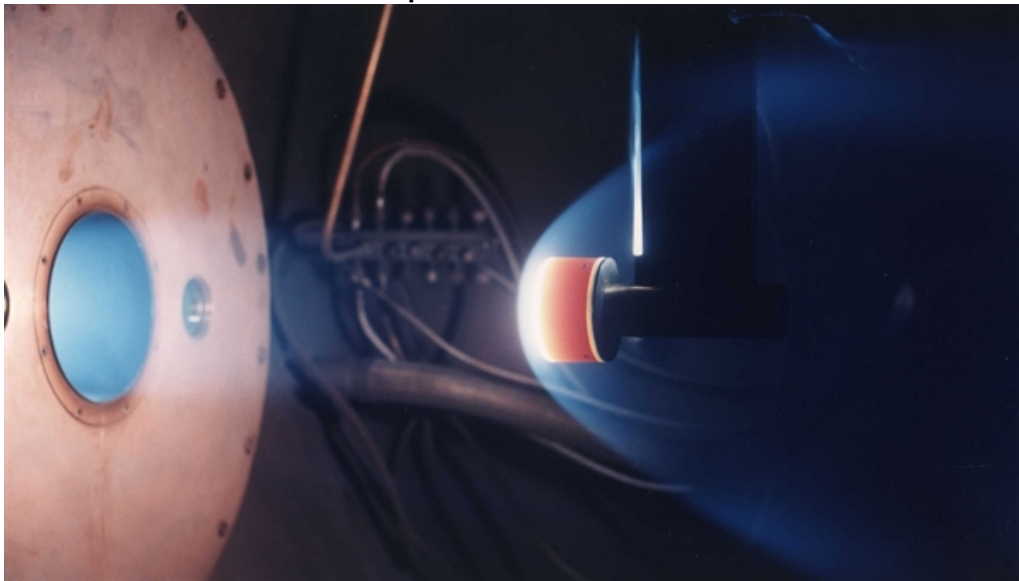
Computersimulation des Strömungsverhaltens der heißen Gase beim Eintritt in die Atmosphäre



Eine genaue Vorhersage der Verteilung des Hitzefflusses auf der Oberfläche der Raumkapsel, die mit Hyperschall in die Atmosphäre eintritt, ist für eine grundlegende Verbesserung der Eintrittstechnologie unerlässlich. Zur Modellierung der Strömungsverteilung werden vielfach Computersimulationen eingesetzt. Die Daten für diese Computermodelle stammen aus Windkanalversuchen, bei denen die physikalischen Eigenschaften des Mars nachgebildet werden.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

Modell in simulierter Marsatmosphäre



In Köln steht den Forschern ein Lichtbogenbeheizter Windkanal zur Verfügung, in denen Modelle den realen Hitzelasten ausgesetzt werden können. Durch optische und elektronische Messtechnik kann das Strömungsverhalten der heißen Gase und die punktuelle Hitzebelastung einzelner Partien des Modells untersucht werden. Die Raumkapseln treten mit ihrer stumpfen Unterseite voran in die Atmosphäre ein, was dort zu einer Art Schockwelle mit hohen Temperaturen führt, während die an der Rückseite vorbeiströmenden Gase deutlich kühler sind.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).