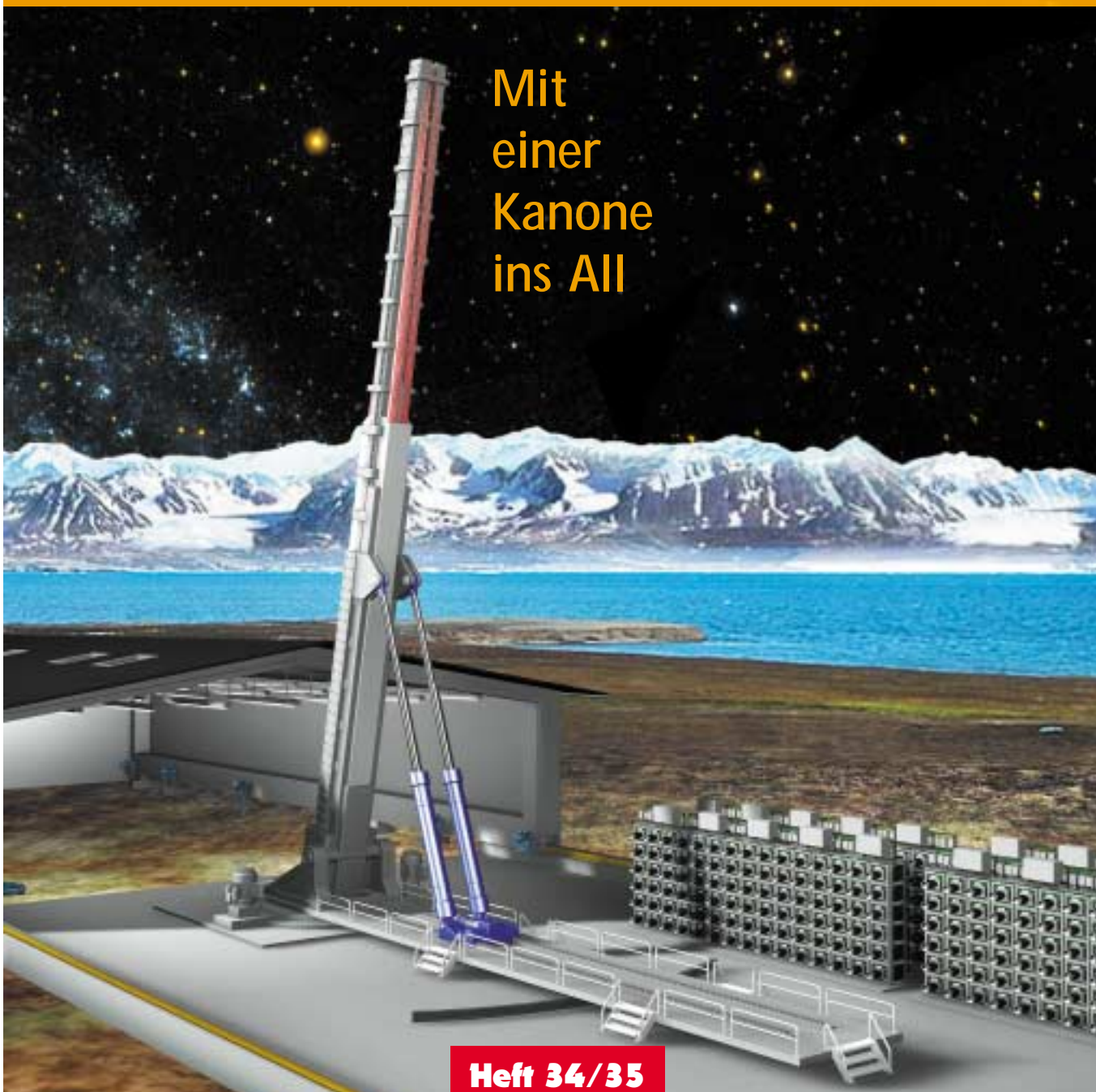


Raumfahrt CONCRET

Euro 7,00
US\$ 8,00

AUSGABE 4/5/ 2004

W E L T A L L + E R D E + M E N S C H



Mit
einer
Kanone
ins All

Heft 34/35

Galileo – The European contribution to the Global Navigation Satellite System GNSS



www.galileo-industries.net



Galileo Industries GmbH

Lise-Meitner-Straße 2

Gebäude 10.0

85521 Ottobrunn

Germany

Tel.: +49 / (0)89 / 88 98 4 - 4 44 21

Fax: +49 / (0)89 / 88 98 4 - 4 44 05

INHALT/ CONTENTS

4 - 7

RC- Technik Per Schienenkanone ins All

Von Jörg Behrens und Ognjan Bozic
Die Autoren von EADS ST und dem DLR stellen ein hochinteressantes Projekt vor. Mit Hilfe einer electromagnetic Railgun soll erstmals suborbitale Höhenforschung realisiert werden. Später ist auch der Transport von kleinen Satelliten in eine niedrige Erdumlaufbahn vorgesehen. Der erste praktische Versuch erfolgte am 1. Dezember 2004.



RC- technique Into Space by Railgun

By Jörg Behrens and Ognjan Bozic
The Authors from EADS-ST and the DLR have proposed a very interesting project: for the first time, suborbital research can be realised with the help of an electro-magnetic railgun. Later, the system can be used to launch small satellites in low Earth orbits. The first practical demonstration took place on 1 December 2004.

8-10

RC-Technik Raumfahrt ohne Treibstoff

Von Hartmut E. Sänger
Der bekannte Autor diskutiert verschiedene wissenschaftliche Überlegungen, die heute nur aus Science Fiction-Medien bekannt sind. Beispielsweise den Warp-Antrieb für interstellare Reisen. Dazu hat der bekannte französische Grafiker Alexandre Szames eine beindruckende Illustration geliefert.



RC-technique Space flights without propellant

By Hartmut E. Sänger
Our well-known author discusses several scientific considerations, nowadays known from science fiction media like for example the warp drive concept for interstellar travel. For illustration purpose the famous French graphic-designer Alexandre Szames delivered an impressive drawing.

11-14

RC- Momentaufnahme Raketenforschung in Vergangenheit und Zukunft (Teil 1)

Von Dr. Ernst Stuhlinger
Der am 17. Dezember 2004 91 Jahre alt werdende Autor beschreibt seine Begegnung mit Wernher von Braun und somit seinen beruflichen Einstieg in die Raketenforschung vor 60 Jahren. Dabei stehen die Arbeiten in Peenemünde und deren Weiterführung nach dem Krieg in den USA im Mittelpunkt.



RC-moments Rocket research in the past and future (part 1)

By Dr. Ernst Stuhlinger
The author will celebrate his 91st birthday on 17 December 2004. He describes his first encounter with Wernher von Braun and how his career in space started 60 years ago. He focuses on his work in Peenemünde and its continuation after World War II in the USA.

14-16

RC-Thema Mondzeit (Teil 3) Nach Apollo 17 – zurück zum Mond !

Von Philip Bärtschi
Unser Schweizer Autor gibt die Gedanken und Visionen von Eugene A. Cernan, dem letzten Mann auf dem Mond, wieder. Der Autor und Cernan plädieren leidenschaftlich für eine Wiederaufnahme der bemannten Mondforschung.



RC-topic Moon time (part 3) After Apollo 17 – back to the Moon!

By Philip Bärtschi
Our Swiss author reflects thoughts and visions by Eugene A. Cernan, the last man on the Moon. Both, the author and Cernan, argues passionately that manned Moon exploration should go on.

17-12

RC-Thema Volksrepublik China – die dritte Weltraummacht (Folge 2)

Von Chen Lan
Im zweiten Teil seines Berichts geht der Autor ausführlich auf technische Details der Shenzhou-Raumsschiffe ein. So erläutert er ausführlich die 13 Subsysteme, wie Strukturen und Hitzeschutz, Lebenserhaltungssystem oder das Antriebssystem.



RC-topic People's Republic of China – the third Space Power (part 2)

By Chen Lan
In this second part of his report, the author explains in full technical details of Shenzhou space ships. He describes detailed the 13 sub systems like Structure and Mechanism Sub-System and Thermal Protection System, Life Support Sub-System and Propulsion Sub-System.

24-27

RC-Stippvisite Raketenstartplätze der Welt (Teil 3) Das Raumfahrtzentrum Guyana (CSG)

Von Rainer Schürmanns
Unser Autor, der in Kourou beim CNES in der Hauptabteilung Betrieb arbeitet, stellt in diesem Bericht das ESA-Stargelände vor. Er beschreibt die technischen Einrichtungen und Systeme sowie die Ariane 5-Infrastruktur. Ferner gibt er einen Ausblick auf die künftige Sojus-Startanlage.



RC-Stippvisite Launch sites of the World (part 3) Space Centre Guyana (CSG)

By Rainer Schürmanns
Our author works at the Main Division Operations for CNES at Kourou. He introduces the ESA launch site and describes technical facilities and systems as well as the Ariane 5 infrastructure. Furthermore he gives a preview of the future Soyuz launch facility.

27-29

RC-Thema Marszeit (Teil 17) Der Mars Express läuft auf Hochtouren

Von Ulrich Köhler
Der bewährte DLR-Autor fasst mit spektakulären Bildern wieder die wichtigsten Ereignisse und Ergebnisse dieser ESA-Mission im jüngsten Berichtszeitraum zusammen.



RC-topic Mars time (part 17) The Mars Express runs at full speed

By Ulrich Köhler
Our reliable DLR-author summarises with the help of spectacular images the most important and recent events and results of ESA's Mars mission.

30-32

RC-Momentaufnahme Nur die Zeit ist ewig... Aus dem Tagebuch von Juri Usatshow (Teil 3)

Der russische Kosmonaut lässt uns an seinen Empfindungen und Eindrücken seines dritten Weltraumfluges teilhaben. Er beschreibt Momente während seines Aufenthaltes als 2. ISS-Stammesatzung und die Begegnung mit dem Weltraumtouristen Dennis Tito an Bord der ISS.



RC- moments Only time is eternal... From Yuri Usatshov's diary (part 3)

The Russian cosmonaut gives us a taste of his feelings and impressions during his third space flight. He describes moments as a member of the second Expedition Crew onboard the ISS and his encounter with space tourist Dennis Tito on the space station.

34-36

RC-Thema Vergessene Kosmonauten

Von Joachim Becker
Der Autor beleuchtet Fakten und Hintergründe von russischen Kosmonauten, die trotz kompletter Ausbildung aus verschiedenen Gründen nicht zum Einsatz kamen. Besonders deprimierend war das Schicksal von Pjotr Kolodin, der oft nominiert wurde, aber nie geflogen war. In einem Interview gibt Kolodin ein Geheimnis preis.



RC- topic Forgotten Cosmonauts

By Joachim Becker
The author gives facts and background information about Russian cosmonauts who, for different reasons, never flew although completed cosmonauts' training. Pjotr Kolodin's fate is remarkable. He was nominated several times but never flew. In an interview, Kolodin reveals a secret.

Weitere Beiträge und Rubriken

Missionsreport ISS: EC 9 (37-38), Rückblick: Interkosmos-1, Azur (40-41), Azur, Industrie (41-42), ISS-Sichtbarkeit in den Monaten Dezember 2004 bis Februar 2005 (43), Länderblick: US-News (44-45), Wort und Bild (45), RFK-Report: Nr. 24/25 (46-47), RFK-Spot (47-49), Rezension/Impressum (50).



More articles and columns in this issue

Mission report ISS: EC 9 (37-38), History: Interkosmos, Azur (40-41), Industrie (41-42), ISS-visibility (43), Country view: US-news (44-45), Worth and picture (45), Satellite digest # 24/25 (46-47), Satellite digest spot (47-49), Book review/imprint (50).

For your kind information:

Articles marked with PDF are available as a PDF-file in English. You can order it by sending an e-mail to: RaumfahrtConcret@gmx.de

Per Schienenkanone ins All (Teil 1)

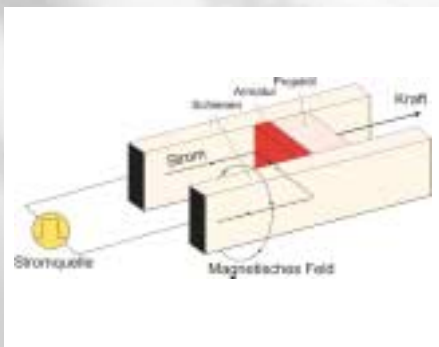
Einsatz einer "Electromagnetic Railgun" für suborbitale Höhenforschung

Von Jörg Behrens und Dr. Ognjan Božić



Wer an einen Raketenstart denkt, hat immer auch Qualm und einen gewaltigen Feuerschwall im Sinn. Dass Raketen auch ohne chemische Treibstoffe abheben können, ist bislang ein zumindest für technische Laien unvorstellbarer Gedanke. Und doch sieht es so aus, als könnte genau dies schon bald Wirklichkeit werden:

Das Raumfahrtunternehmen EADS SPACE Transportation mit Sitz in Bremen entwickelt einen elektromagnetischen Schienenbeschleuniger, eine sogenannte "Electromagnetic Railgun", um Nutzlasten in den Weltraum zu befördern. Zusätzlich sind an diesem Entwicklungsvorhaben das Deutsche Luft- und Raumfahrt (DLR)-Institut AS aus Braunschweig und das Deutsch-Französische Forschungsinstitut Saint-Louis (ISL) beteiligt.



Funktionsprinzip einer Railgun.

Das Konzept dieses neuartigen Systems sieht den Start von Projektilen vor, die allein mit Hilfe elektromagnetischer Kräfte auf Hyperschall-Geschwindigkeit beschleunigt werden, um dann in einem rein ballistischen Flug oder mit

zusätzlichen, integrierten Antrieben die gewünschten Zielhöhen zu erreichen. Das erwartete Leistungsvermögen, gerade in Hinblick auf niedrigere Startkosten und eine sehr hohe Effizienz in Bezug auf das Nutzlastaufkommen, macht dieses System besonders für Raumfahrtanwendungen interessant.

Als ein erster Meilenstein in dieser Entwicklung ist der Start von wissenschaftlichen Höhenforschungs-Experimenten vorgesehen. Schon mit Hilfe dieser Anwendung, die sich an dem Bedarf des wissenschaftlichen Marktes orientiert, können alle wesentlichen Charakteristika und Grundlagen dieses Startsystems bestätigt werden.

Der darauf folgende Schritt ist dann die Entwicklung einer sehr langen Railgun und eines Hochgeschwindigkeits-Projektils mit eigenem Antrieb, die zusammen in der Lage sein werden, Kleinsatelliten in eine orbitale Umlaufbahn zu bringen.

Technischer Hintergrund

Die Railgun-Antriebstechnologie verwendet ausschließlich elektromagnetische Kräfte zur Beschleunigung. Damit können grundsätzliche Nachteile der konventionellen Raketentechnologie umgangen werden. Der gesamte Antrieb verbleibt

am Boden und ist vollständig wiederverwendbar. Dabei wird ein Startpreis pro Kilogramm Nutzlast angestrebt, der deutlich unterhalb der derzeitigen Marktpreise liegt. Nur das Hyperschall-Projektill selbst sowie einige kleine Unterstützungsstrukturen sind die einzigen Verlustteile bei einem Start.

Die ersten Experimente mit elektromagnetischen Schienenbeschleunigern wurden bereits vor über hundert Jahren in Frankreich durchgeführt. Heute sind sie hauptsächlich Gegenstand von Grundlagenforschung im Bereich militärischer Anwendungen zum Beschleunigen von Hochgeschwindigkeits-Geschossen.

Prinzipiell sind die physikalischen Effekte, die man sich dabei zunutze macht, nicht sonderlich kompliziert: Die Railgun besteht im Wesentlichen aus zwei elektrisch leitenden, parallelen Schienen, die an eine Spannungsquelle angeschlossen sind. Ein Gleitkontakt (Armatur) zwischen diesen Schienen erzeugt einen Kurzschluss. Die dadurch fließenden Ströme erzeugen ein Magnetfeld, die beide zusammen in der sogenannten Lorentzkraft resultieren. Diese Kraft wirkt auf den Gleitkontakt, vor dem sich das Hyperschall-Projektill befindet und beschleunigt beides aus der Railgun hinaus.



Im Deutsch-Französischen Forschungsinstitut Saint-Louis wurde eine Anlage gebaut, die in der Lage ist, 1 kg schwere Projektile bis auf eine Geschwindigkeit von 2.600 m/s in einem 6 m langen Rohr (Kaliber 50 mm) zu beschleunigen. Dieser Schienenbeschleuniger mit dem Namen PEGASUS (Project of an Electric Gun Arrangement to Study the Utilization in Systems) ist seit Ende 1997 in Betrieb. Es ist der weltweit einzige 10 MegaJoule-Schienenbeschleuniger mit einer Energieversorgung über Kondensatoren mit Halbleiterschaltern.

Ersatz für konventionelle Höhenforschungsraketen

Das Konzept des elektromagnetischen Schienenbeschleunigers soll zuerst in einer kleineren Anlage umgesetzt werden, mit der seine Leistungsfähigkeit unter operationellen Bedingungen getestet werden kann. Dabei wird nur auf eine moderate Vergrößerung der derzeit existierenden Railgun gesetzt.

Ziel ist es, zusätzlich zu den bereits existierenden, konventionellen Raketen sehr wettbewerbsfähige Startmöglichkeiten für die meteorologische Höhenforschung anzubieten.

Schwerpunkt dieses Forschungsbereiches ist die Erkundung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der oberen Atmosphärenschichten einschließlich der Mesopause bis zirka 120 km Höhe und der daraus resultierenden Phänomene. Allerdings kann dieser Höhenbereich nur mit Hilfe von Raketen erreicht werden, da weder Höhenforschungsballone (max. 40km Flughöhe) noch Satelliten mit der heutigen Instrumentierung in-situ Messungen der Hochatmosphäre erlauben.

Typischerweise werden zu ihrer Erkundung passive Experimente verwendet wie "Chaff-Clouds" oder sogenannte "Falling Spheres", Plastik-Ballone, die mit einer reflektierenden Metallschicht versehen sind. Diese werden vom Boden aus mit hochpräzisen Radargeräten verfolgt und aus ihrer Bewegungsänderung können über Inversionsrechnungen physikalische Parameter wie Temperatur, Dichte, Windgeschwindigkeiten etc. abgeleitet werden. Für die Zukunft sind auch aktive Experimente geplant wie beispielsweise Plasma- und Staub-Detektoren, Photometer und Lasersysteme.

Das Railgun-System

Das erste operationelle Railgun-System, welches für die beschriebene meteorologische Höhenforschung projiziert ist,

Sicherheit durch Aufklärung

OHB SYSTEM
Ein Unternehmen der OHB Technology AG

OHB-System AG Universitätsallee 27-29
28359 Bremen / Germany
Tel: +49(0)421 2020-8 Fax: +49(0)421 2020-700
E-Mail: ohb@ohb-system.de
www.ohb-system.de

besteht aus einem 22 m langen Schienenbeschleuniger und wird von einer großen Kondensatorbank gespeist. Dessen gespeicherte Energie beträgt 32 MegaJoule, die innerhalb von 21 ms an den Schienenbeschleuniger abgegeben wird, was mit einer Leistung von 1,5 GigaWatt der eines Atomkraftwerkes entspricht. Dabei schalten Hochleistungs-Halbleiter bei einer Spannung von 10 KiloVolt elektrische Ströme von bis zu 1,3 MegaAmpere.

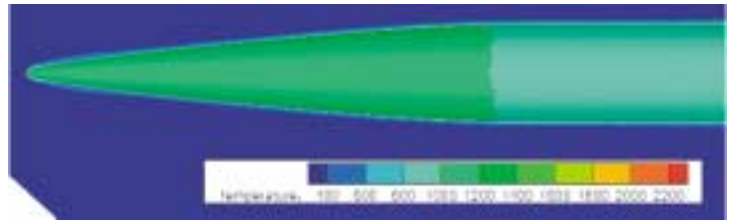
Mit diesem Railgun-System wird ein sogenanntes "Integrated Launch Package" verschossen, welches sich aus drei Elementen zusammensetzt, nämlich dem Hyperschall-Projektile selbst, den Unterstützungsstrukturen zum sicheren Führen des Projektils in der Railgun (Sabot) und der Armatur, einem System aus elektrisch leitenden Bürsten, welches den Kurzschluss zwischen den Railgun-Schienen herstellt. Dieses "Paket" wird mit 13.000 g auf eine Austrittsgeschwindigkeit von 2.100 m/s (Mach 6,2) beschleunigt. Nach dem Abtrennen des Sabots erreicht das 2,2 kg schwere Projektil dann in einer rein ballistischen Flugbahn nach ca. 3 Minuten seine Zielhöhe von 115 km, in der die Nutzlast für die geplanten wissenschaftlichen Untersuchungen ausgesetzt wird. Generell kann in das Hyperschall-Projektile eine Nutzlast mit einer Länge von 54 cm, einem Durchmesser von 5 cm und einer Masse von mehreren hundert Gramm integriert werden. Dies ist ausreichend, um auch zukünftige Nutzlasten für diesen Forschungsbereich aufzunehmen und zu starten.

Das Hyperschall-Projektile

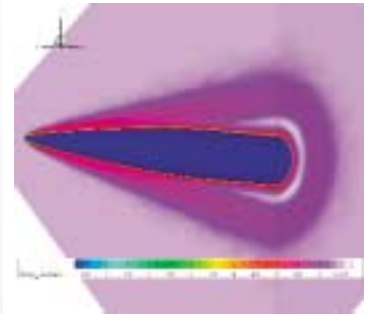
Eine große Herausforderung ist die Auslegung der gesamten Projektilform und die Auswahl der zu verwendenden



Hyperschall-Projektile beim Abtrennen des Sabots.



Temperaturverteilung an der Nasenspitze des Hyperschall-Projektils.



Machzahl-Verteilung um die Vorderseite des Hyperschall-Projektils.

Materialien, denn in das Design müssen die sehr extremen Umgebungsbedingungen, denen das Projektil während der verschiedenen Flugphasen ausgesetzt ist, mit einfließen.

Dies sind zum einen die sehr hohen mechanischen Lasten, die durch die extreme Beschleunigung von 13.000 g innerhalb des Schienenbeschleunigers auftreten sowie zum anderen die mechanischen und thermischen Lasten, die beim Durchflug durch die dichte Erdatmosphäre entstehen.

Der aerodynamische Widerstand spielt insgesamt eine sehr wichtige Rolle bei einem Hyperschallflug. Eine nicht optimierte Projektilform kann dazu führen, dass beim Durchfliegen der dichten Atmosphärenschichten bis zirka 42 km fast die Hälfte der Startgeschwindigkeit bzw. die entsprechende kinetische Energie verloren geht, welches zu einer erheblichen Senkung der maximalen Flughöhe führt. Um die möglichen Verluste durch den Luftwiderstand auf circa 30 % der Startgeschwindigkeit zu reduzieren, muss die Projektilform aerodynamisch optimiert werden. Dabei haben die Projektilnase und das Finnenprofil eine Sonderform mit einer Kontur, die nach dem sogenannten "Exponenten-Gesetz" bestimmt wurde und die einen besonders niedrigen Luftwiderstand verspricht.

Um die auftretenden maximalen Lasten abzuschätzen, wurden mit Hilfe verschiedener DLR-AS-Rechenprogramme die Temperatur- und Druckverteilung an den besonders exponierten Oberflächenstellen, der Nasenspitze und den Flügeln, simuliert. Die ersten Resultate zeigen, dass die maximale Aufheizung der Nasenspitze 1.350 K und die des restlichen Projektilkörpers 1.100 K nicht übersteigen wird, wobei der statische Druck an der Nasenspitze bei etwa 38 bar liegt und sich danach drastisch um einen Faktor zehn verringert.

Diese Ergebnisse stimmen sehr optimistisch, da davon auszugehen ist, dass mit den heute zur Verfügung stehenden Materialien und Technologien sämtliche Bedingungen, denen das Hyperschallprojektil während seiner Beschleunigung und der Freiflugphase ausgesetzt ist, erfüllt werden können. So sollten für die Nasenspitze Metalle oder Verbundstoffe Verwendung finden, während für den restlichen Flugkörper thermoplastische und faserverstärkte Materialien ausreichend sein sollten.

Das Missionsprofil

Das Missionsziel ist das Aussetzen der wissenschaftlichen Nutzlast in 115 km Höhe. Um dieses zu erreichen, wurden verschiedene Trajektorien für den ballistischen Flug des Hyperschall-Projektils berechnet. Da diese jedoch von einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter abhängen, wie dem ballistischen Faktor als

Funktion von Durchmesser und Masse des Projektils, der Startgeschwindigkeit und dem Abschusswinkel, wurde für eine feste Projektilmasse von 2,2 kg und einem Abschusswinkel von 85° eine Kurvenschar berechnet, um die Empfindlichkeit des Systemdesigns gegenüber geänderten Anfangsparametern zu bestimmen. So rufen beispielsweise Variationen des Projektdurchmessers große Veränderung der Startgeschwindigkeit und der Startmasse hervor, während eine moderate Längenänderung des Projektilkörpers keine merklichen Effekte hervorruft.

Als ein akzeptables Resultat ergab sich dabei ein Projektil mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Startgeschwindigkeit von 2.100 m/s, einem Wert, der mit heutigen Railguns erreicht werden kann. Die gesamte Flugzeit bis zum Scheitelpunkt der Flugbahn in 115 km Höhe des Projektils beträgt dabei weniger als drei Minuten und es ist interessant zu bemerken, dass es auf Grund seiner enormen Anfangsgeschwindigkeit bereits nach 8 Sekunden die Troposphäre durchflog und nach zirka 30 Sekunden die dichte Erdatmosphäre in 42 km Höhe hinter sich gelassen hat.

Die Umsetzung

Bis zur Mitte des nächsten Jahres werden im Rahmen von Untersuchungen, die von der Europäischen Weltraumorganisation ESA finanziert werden, mehrere horizontale Testschüsse durchgeführt, die das Beschleunigungsverhalten des Railgun-Systems bei unterschiedlichen Massen verifizieren soll. Parallel dazu soll eine Demonstrations-Anlage für vertikale Testschüsse bis zu einer Höhe von 10 km bis zum Jahr 2006 aufgebaut werden, um dieses neue Startsystem anwendungsnah auszutesten.

Die ersten Schüsse in suborbitale Höhen für die meteorologische Höhenforschung sind dann für die Folgejahre 2007/08 geplant.

Um Kleinstsatelliten mit einem Gewicht von mehreren Kilogramm in eine erdnahe Umlaufbahn zu bringen, soll bis zum Jahr 2012 ein sehr großer Schienenbeschleuniger aufgebaut werden, der dann Projektile mit einem eigenen Antrieb verschießt.

Diese Vision wird im zweiten Teil dieser Veröffentlichungsserie eingehender diskutiert.



Typisches Missionsprofil. Fotos und Grafiken: EADS Space Transportation

Anzeige

Heute die Zukunft denken

Testing for Take-off.

Die IABG ist ein führender europäischer Dienstleister. Unser Schwerpunkt liegt auf zukunftsweisenden Anwendungen von Technologie und Wissenschaft. Seit über 40 Jahren unterstützen wir die Luft- und Raumfahrtindustrie im Bereich Entwicklung, Qualifikation und Betrieb. Wir bieten ein weites Spektrum an Tests und Analysen:

- Lebensdauertests
- Statische Belastungstests
- Strukturtests
- Thermische Tests
- Elektromagnetische Tests
- Bestimmung von Masseeigenschaften
- Vibrations- und Schocktests
- Akustische Tests
- Modalanalysen
- Numerische Analysen
- Materialuntersuchungen
- QA-Management

Ihre Ansprechpartner erreichen Sie unter:

Telefon 089 6088-4080 (Raumfahrt)

089 6088-3403 (Luffahrt)

E-Mail aerospace@iabg.de



IABG
Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. 089 6088-2030
Fax 089 6088-4000
info@iabg.de
www.iabg.de