

Protokoll Saarlandbotschafterveranstaltung mit Dr. Matthias Maurer

„Raumfahrt heute und morgen“

14. September 2018, CISPA – Helmholtz-Zentrum i. G.

1. Michael Hartz, Vorstand der SHS Foundation, begrüßt den Referenten, die Zuhörer sowie die anwesenden Saarlandbotschafter Prof. Dr. Michael Backes und Dr. Hanspeter Georgi. Anschließend stellt er die Initiative der Saarlandbotschafter vor, bei der es sich um eine Public Private Partnership der saarländischen Landesregierung und der SHS Foundation handelt.

2. Prof. Dr. Michael Backes begrüßt als Gründungsdirektor und Vorsitzender der Geschäftsführung des CISPA Helmholtz-Zentrum i.G. den Referenten und die Teilnehmer. Er bittet Herrn Dr. Maurer, während seines Vortrags die Frage zu erörtern, inwiefern sich die Themen Cybersicherheit und Weltraum verknüpfen lassen.

3. Herr Dr. Maurer erläutert zunächst die Tätigkeitsfelder der ESA. Die ESA befasst sich mit dem Betrieb von Raketen zum Transport von Satelliten, z.B. für die Telekommunikation oder zur Erdbeobachtung bzw. zum Erkunden von fernen Planeten. Weitere Felder sind Technologie und die bemannte Raumfahrt.

Zum Einstieg zeigt Herr Dr. Maurer ein Bild des Planeten Erde vom Saturn aus gesehen. Anhand dieses Bildes wird deutlich, wie klein die Erde im Universum ist und dass alle Menschen „Astronauten des Raumschiffes Erde“ sind.

Anschließend erläutert er die aktuelle Mission „Horizons“, bei der der deutsche Astronaut Alexander Gerst ab Oktober als Kommandant der ISS eingesetzt wird. Anfang Juni startete Gerst mit zwei weiteren Astronauten von Kasachstan aus in einer russischen Sojus-Rakete zu der sich im Erdorbit in 400 Kilometer Höhe befindlichen ISS, die in 90 Minuten einmal um die Erde kreist. Die ISS beherbergt im vorderen Teil die europäische Forschungsstation Columbus sowie die Labore der Weltraumorganisationen Japans (JAXA), Kanadas (CSA) und der USA (NASA), die von allen Beteiligten in einer Forschungsgemeinschaft betrieben werden. Die russische Weltraumorganisation hat im hinteren Teil der ISS eine eigene Forschungsstation, die sich in einigen Dingen von den anderen unterscheidet (Technik, Essen, Raumanzüge etc.).

Um Güter auf die Station zu transportieren, gibt es spezielle Transportkapseln, die mittels eines robotischen Arms von den Astronauten in der Nähe der Station „eingefangen“ und an die ISS angedockt werden.

Zum Leben auf der ISS berichtet Herr Dr. Maurer, dass die Station insgesamt die Größe eines Fußballfeldes hat. Die Module, in denen sich die sechs Astronauten aufhalten, sind vom Innenraum her so groß wie ein Jumbojet. Als Privatraum steht jedem Astronauten eine Art „Wandschrank“ zur Verfügung, wo er schläft und seine private Kommunikation mit der Erde betreiben kann. Die Mahlzeiten finden als Gemeinschaftsaktion statt, wobei das Essen aufgrund der Schwerelosigkeit überwiegend aus erwärmten Plastikbeuteln oder Dosen gelöffelt werden muss.

Anschließend erklärt der Referent, wie ein Außenbordeinsatz, auch „Weltraumspaziergang“ genannt, funktioniert. Hierfür wird ein spezieller Raumanzug benötigt, der über 130 Kilogramm schwer ist. Die

Ausbildung für die Außenbordeinsätze erfolgt unter Wasser bei der NASA in Houston, wo die ISS im Maßstab 1:1 unter Wasser nachgebaut ist.

Auch für Alexander Gerst sind zwei Außenbordeinsätze vorgesehen, innerhalb derer er neue Batterien für die ISS installieren muss, um die Station für die Zukunft zu rüsten. Ab 2024 wird ein neuer Betreiber für die ISS gesucht, da die Weltraumorganisationen Aufgaben an private Konsortien der Industrie abgeben wollen.

Weiterhin führt Alexander Gerst im Forschungsmodul Columbus Experimente u.a. aus den Forschungsdisziplinen Materialwissenschaft, Physik, Medizin, Biologie, Technologie und Erdbeobachtung durch. Es wird z. B. erforscht, wie der Vorgang des Greifens in der Schwerelosigkeit ausgeführt wird. Die Experimente erfolgen in Kontakt mit den verantwortlichen Wissenschaftlern am Boden, wobei der Astronaut als ausführender Laborant oder als Versuchsperson fungiert. Seit Einrichtung der ISS haben insgesamt knapp 3.000 Wissenschaftler Experimente in der Schwerelosigkeit durchgeführt. Generell kann man Forschung in der Schwerelosigkeit auf der Erde nur schwer durchführen, weil die zur Verfügung stehenden Techniken (Falltürme, Parabelflüge etc.) nur kurze Zeiträume von Schwerelosigkeit im Sekundenbereich ermöglichen. Auf der ISS hingegen sind Experimente möglich, die über Monate oder sogar Jahre angelegt werden können.

Da es auf der ISS möglich ist, die Schwerkraft gezielt auszuschalten, können dort physikalische Phänomene studiert werden, die auf der Erde so nicht möglich sind. Auf der ISS gibt es z.B. einen Schwebeschmelzofen, in dem man mit wenig Energie eine kleine Metallkugel schwerelos halten kann. Diese kann man dann gezielt aufschmelzen, abkühlen lassen und dabei untersuchen, wie viskos die Metalllegierungen bei welcher Temperatur sind. Die so gewonnenen Daten können z.B. beim Guss von Motorblöcken in der Automobilindustrie von Interesse sein.

Im Bereich Gesundheit kann erforscht werden, wie sich der menschliche Körper in der Schwerelosigkeit verändert: Die Körperflüssigkeiten verlagern sich von den Beinen Richtung Kopf und Knochen- und Muskelmasse werden abgebaut. Um diesem Schwund zu begegnen, müssen die Astronauten täglich jeweils ein Stunde Ausdauer- und Krafttraining an Bord der ISS absolvieren. Vor dem Aufenthalt auf der ISS wird die Fitness jedes Astronauten überprüft, ebenso wie vor den sechsstündigen Außenbordeinsätzen.

Japanische Forscher haben ein kommerzielles Geschäftsfeld für die ISS entwickelt. Sie züchten dort perfekte Proteinkristalle, um einen Schlüssel zur Bekämpfung seltener Krankheiten zu finden, z. B. für die Duchenne-Muskeldystrophie. 4-5 Monate nach Beauftragung erhält die Pharmaindustrie die Ergebnisse und kann dann die entsprechenden Medikamente entwickeln.

Neuerdings gibt es auf der ISS auch ein von der DLR entwickeltes Fluoreszenz Mikroskop, welches mittels eines 3D Bildes ermöglicht in Echtzeit zu beobachten, wie z.B. Botenstoffe in der Zelle ausgetauscht werden.

Im „Ikarus“-Projekt des Max Planck Instituts für Ornithologie wird untersucht, wie Zugvögel Krankheitserreger wie z.B. die Vogelgrippe verbreiten. Dabei erhalten die Vögel einen Rucksack mit einem Chip, der nur dann Daten an die ISS sendet, wenn diese den Vogel überquert. Dadurch wird es möglich, die Flugrouten der Vögel genau zu bestimmen. Die Erkenntnisse aus diesem Projekt können auch für die Erforschung der Verbreitung von Ebola von Interesse sein.

Im Rahmen des „New Space Ansatzes“ können z.B. auch Studententeams Experimente designen und auf der ISS laufen lassen. In diesem Rahmen konnte die Universität Stuttgart eine von Doktoranden entwickelte Pumpe, die ohne Mechanik sondern nur mittels Magnetfeld arbeitet, in der Schwerelosigkeit testen.

Eine Schlüsseltechnologie für das Weltall stellt der 3D-Druck dar. Da es zurzeit 10.000 € kostet, um ein Kilogramm Material zur ISS zu fliegen, wird es den Materialtransport günstiger machen, wenn bestimmte Dinge auf der ISS gedruckt werden können anstelle sie dorthin zu transportieren. Auch Ersatzteile für die ISS können so nach der genauen Bauanleitung gedruckt werden. Eine andere Schlüsseltechnologie ist z.B. das „Lab on Chip“, d.h. komplette Minilabore auf einem Chip, auf denen beispielsweise Tumorzellen für die Krebsforschung gezüchtet werden können. Zukünftig wird sogar das Züchten von Organen möglich werden. Der Vorteil der Schwerelosigkeit liegt in diesem Fall darin, dass die Zellen während der Teilung nicht gedrückt in einer Petrischale liegen, sondern ihre natürliche Kugelform behalten, was zu besseren Ergebnissen führt.

Anschließend formuliert Herr Dr. Maurer eine Idee, um das Saarland in den Weltraum zu bringen. Mit dem „ICE-Cubes“-Gerät ist es möglich, würfelförmige Behälter auf der ISS zu nutzen, die Experimente beinhalten. Die kleinste Würfel- Einheit mit einem Volumen von 1 Liter kostet für Organisationen wie Universitäten 35.000 €. Zu diesem Preis ist es möglich, ein Experiment in der Schwerelosigkeit bis zu 4 Monate automatisch laufen zu lassen und die Daten jederzeit geschützt abrufen zu können. Dies könnte für die Disziplinen Werkstoffwissenschaften, Pharmazie, Mechatronik, Informatik und Biologie an der Universität des Saarlandes von großem Interesse sein. Das Netzwerk der Saarlandbotschafter könnte ein solches Vorhaben unterstützen. Herr Dr. Maurer merkt an, dass bei seinem Einsatz auf der ISS nicht das eintreten soll, was jetzt passiert ist, nämlich dass aus allen Bundesländern Experimente auf der ISS durchgeführt werden bis auf Schleswig-Holstein und das Saarland.

Anschließend erläutert Herr Dr. Maurer, dass es bei den Aktivitäten der ESA nicht nur darum gehe, Schwerelosigkeitsforschung auf der ISS zu betreiben. Eine weitere Fragestellung sei, ob es weiteres Leben im Weltall gebe. Bei der Beantwortung dieser Frage könne langfristig eine Reise zum Mars hilfreich sein. Allerdings stehen dafür noch keine geeigneten Transporttechnologien zur Verfügung, so dass zunächst der Mond als Zwischenziel in den Fokus rückt.

Herr Dr. Maurer erklärt, dass ab dem Jahr 2024 ein neues Konsortium den Betrieb der ISS übernehmen soll. Die ISS selbst kann noch bis 2028 im Einsatz sein, anschließend wird ihr Erhalt zu teuer und sie muss durch eine Nachfolgestation ersetzt werden. Die Astronauten testen derzeit auf der ISS aufblasbare Module für eine geplante kommerzielle Raumstation. Die Chinesen werden 2022 eine eigene Raumstation in Betrieb nehmen, die allerdings viel kleiner als die ISS sein wird. In diesem Zusammenhang sei auch eine Kooperation der ESA mit den Chinesen möglich. Herr Dr. Maurer hat bereits gemeinsam mit chinesischen Astronauten ein Überlebenstraining auf dem Meer absolviert.

Für die langfristigen Ziele Mond und Mars erläutert Herr Dr. Maurer die Planungen für eine „Deep Space Gateway“, die als Zwischenstation im Mondorbit kreist. Von dort können sowohl Missionen zum Mond als auch in Zukunft zum Mars erfolgen.

Für weiter entfernte Missionen in den tiefen Weltraum werden größere Raketen und Kapseln benötigt. Die NASA baut zurzeit eine Orion-Kapsel, die es ermöglicht, in den 2020er Jahren zu der Station zu fliegen, die um den Mond kreisen soll. In Kooperation mit der NASA baut die ESA in Bremen den Antrieb der Kapsel, das ESM (European Service Modul).

Anschließend berichtet Herr Dr. Maurer, wie sich die ESA auf die Mondexploration vorbereitet. Langfristiges Ziel sei es, eine permanent bewohnte Mondstation zu errichten, ähnlich der Forschungsstation in der Antarktis. Dort könnten Proben gesammelt werden, um die Fragen zu beantworten, wie der Mond und unser Sonnensystem entstanden sind. Weiterhin könne man auf dem Mond Radioteleskope aufbauen, um neue Frequenzbereiche zu empfangen, die Auskunft über die frühe dunkle Phase des Universums geben. Außerdem könnten auf dem Mond Technologien für Marsmissionen entwickelt werden, z.B. wie man aus den vorhandenen Materialien (Mondsand) eine Unterkunft baut, Luft und Wasser gewinnt und welche Energiesysteme man nutzen könnte. Für die Einrichtung einer Mondstation müsse man auch einen neuen Mondlander entwickeln sowie robustere Raumanzüge, die dem scharfkantigen Mondstaub lange standhalten. Durch den Mondstaub mussten die Chinesen beispielsweise eine Mission mit dem Mondrover „Jadehase“ beenden, weil die Sonnenpaneele, die auch zum Schutz der Technologie vor Kälte dienten, durch den Sand blockierten und versagten.

Ein wichtiges Forschungsvorhaben bestehe darin, mit Hilfe von Sonnenenergie aus dem Mondsand Sauerstoff zu gewinnen. In Südspanien wird derzeit ein Sonnenofen getestet, der es erlaubt, durch gebündelte Sonnenstrahlen Temperaturen von 2000 Grad zu erzielen, um den im Mondsand enthaltenen Sauerstoff freizukochen. Bei diesem Vorgang entsteht zunächst Wasser, welches sich zu Sauerstoff und Wasserstoff aufspalten lässt. Der Sauerstoff ist das gewünschte Produkt und der ebenfalls entstandene Wasserstoff könnte als Raketentreibstoff für die Rückreise vom Mond genutzt werden.

Zusätzlich könnte man mit dem Sonnenofen auch Ziegelsteine aus Mondsand herstellen und diese zum Bau von als Unterständen nutzen, um darunter aufblasbare Module zu errichten, die auf diese Weise vor Strahlung und Mikrometeoriten geschützt sind.

Weiterhin erläutert Herr Dr. Maurer, wie sich die Astronauten auf zukünftige Mondmissionen vorbereiten. Im Höhlentraining („Caves“) trainieren sie das Erkunden von Höhlensystemen, denn diese werden auch auf dem Mond und Mars erwartet und bieten einen natürlichen Schutz vor Strahlung und Meteoriten. Aufgrund der harten Strahlung kann es beispielsweise auf der Oberfläche des Mars keine Spuren von Leben geben, in Höhlen könnte man jedoch fündig werden. Zudem können in Höhlentraining Stresssituationen auf der ISS simuliert und der Umgang der internationalen Crew mit diesen Situationen getestet werden. Außerdem wird dort trainiert, wie man Gesteinsproben entnimmt ohne sie zu kontaminieren. Im Unterwassertraining („Neemo“) kann man z.B. mögliche Strategien testen, um der Funkverzögerung zu begegnen, die bei einer Marsmission die Kommunikation mit der Erde erschwert.

Anschließend zeigt Herr Dr. Maurer ein Video über die Aufgaben der Astronauten während des Astronautentrainings.

4. Herr Michael Hartz bedankt sich bei Herrn Dr. Maurer für dessen Vortrag und bittet die Zuhörer um Fragen.

Ein Zuhörer erkundigt sich, ob es auch möglich sei, die Transportkapseln mittels Magnetismus einzufangen. Herr Dr. Maurer erläutert, dass die Kapseln durch den robotischen Arm mittels einer Greifmechanik eingefangen werden.

Herr Dr. Georgi erkundigt sich, ob eine Kooperation des Saarlandes mit Luxemburg zum Thema Raumfahrt möglich sei. Herr Dr. Maurer bestätigt, dass es schon mehrere Gespräche über eine

grenzüberschreitende Kooperation gab. Luxemburg plant, kommerziell in das Thema Raumfahrt einzusteigen und hat bereits ein Gesetz verabschiedet, dass die kommerzielle Nutzung der Ressourcen im Weltall ermöglicht. Dieses Gesetz steht jedoch im Widerspruch zu einem internationalen Vertrag der Vereinten Nationen, der beinhaltet, dass alle Ressourcen im Weltraum der gesamten Menschheit gehören. Luxemburg hat auch einen Investmentfonds mit 100 Mio. Euro Risikokapital aufgelegt. Die Kapitalgeber erwarten, dass sich mit dem Thema Raumfahrt bald Geschäfte machen lassen. Eine luxemburgische Kooperation mit dem Saarland könnte so aussehen, dass das Saarland die Ausbildung des nötigen Personals übernimmt und z.B. einen Masterstudiengang „Raumfahrt“ anbietet.

Ein Zuhörer erkundigt sich, wo man zeitnah die Ergebnisse der Experimente auf der ISS nachlesen kann. Herr Dr. Maurer verweist auf zwei spezielle Datenbanken von ESA und NASA, in denen die Ergebnisse veröffentlicht werden:

- <http://eea.spaceflight.esa.int/portal/>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments_category

Eine Zuhörerin fragt nach, ob es auch Pläne gibt, Nahrungsmittel im Weltall in einem geschlossenen System anzubauen, wie es in der Forschungsstation in der Antarktis getestet wird.

Herr Dr. Maurer bestätigt diesen Ansatz und berichtet vom Eden-Modul der ESA, welches nach Ablauf der Testphase von der Antarktis nach Köln gebracht werden soll, um dort die Forschungen zum Anbau von Nahrungsmitteln im Weltall fortzusetzen.

Ein Zuhörer erkundigt sich, welche Zeitzone auf der ISS gültig ist. Herr Dr. Maurer antwortet, dass auf der ISS die „Greenwich Mean Time“ gelte.

Ein weiterer Zuhörer erkundigt sich, was bei Unfällen oder Krankheiten von Astronauten geschieht. Herr Dr. Maurer erklärt, dass die Astronauten eine Notfallausbildung erhalten haben und kleinere Eingriffe, z.B. an den Zähnen, mit Unterstützung der Bodenstation selbst ausführen können. Bei gravierenderen gesundheitlichen Problemen sei es möglich, innerhalb von zwei Stunden wieder auf der Erde zu landen.

Ein Zuhörer fragt nach, wie die ISS vor Weltraumschrott oder Mikrometeoriten geschützt ist. Herr Dr. Maurer erläutert, dass das Außenmaterial der ISS kleinere Teile abfängt bzw. man auch die Flugbahn der ISS ändern kann, um z.B. größeren Teilen von Weltraumschrott auszuweichen. Ein solches Ausweichmanöver muss durchschnittlich alle zwei Monate geflogen werden.