Überleben im Weltraum

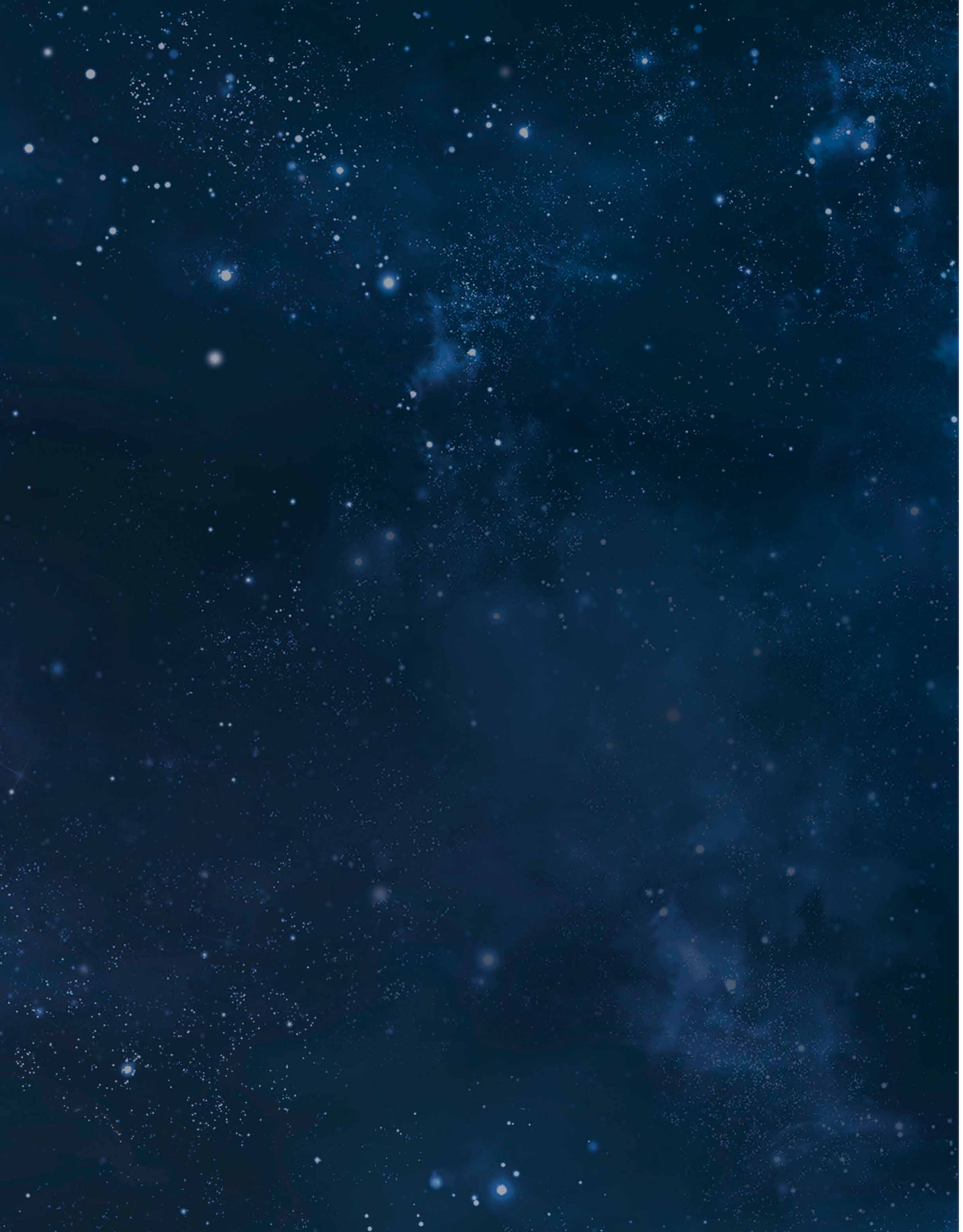
Auf dem Weg zu neuen Grenzen

21. Berliner Kolloquium
der Daimler und Benz Stiftung
24. Mai 2017

Daimler und
Benz Stiftung

DLR Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

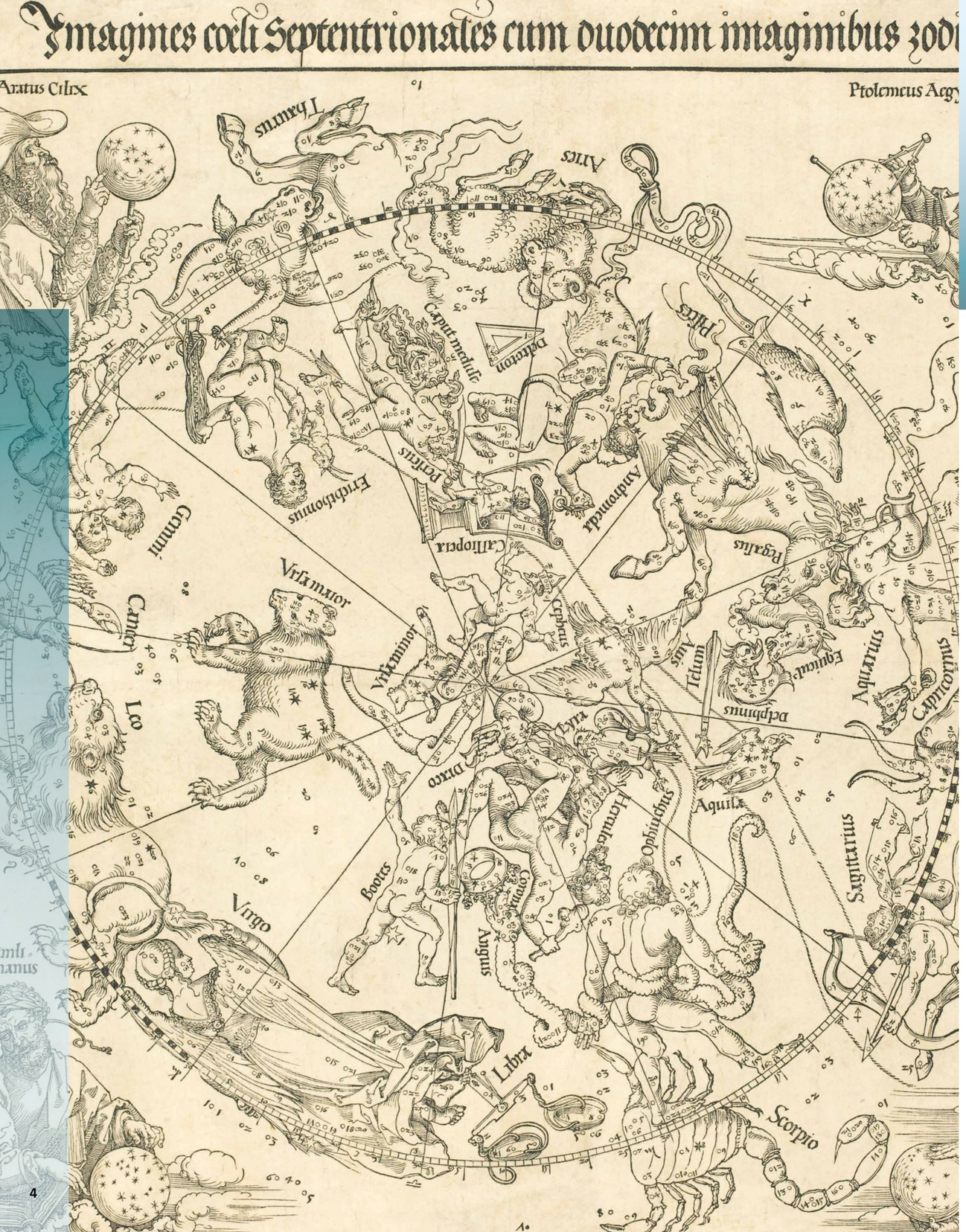


Überleben im Weltraum

Auf dem Weg zu neuen Grenzen

Die Erforschung des Weltraums tritt gegenwärtig in eine neue und hoch spannende Phase ein. Nach der intensiven robotischen Erforschung insbesondere des inneren Sonnensystems sind derzeit bemannte Expeditionen in Planung. Mit dem Programm „Journey to Mars“ bekennt sich die NASA offen zu dem Ziel, Menschen auf unserem Nachbarplaneten landen zu lassen. Auch China sowie private Firmen treiben entsprechende Programme so konsequent und mutig voran, wie dies letztmals in den 1960er-Jahren der Fall war. Indien, Russland und Europa ziehen eine Beteiligung an entsprechenden Programmen in Erwägung: Nach Jahrzehnten stehen wieder wissenschaftliche Visionen „im Raum“, die bis vor Kurzem undenkbar erschienen.

Das 21. Berliner Kolloquium „Überleben im Weltraum“ widmet sich aus interdisziplinärer Perspektive der Frage, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um uns Menschen die bemannte Erforschung des Weltraums zu ermöglichen. Physiologische und psychologische Effekte von Langzeitraumflügen werden dabei ebenso thematisiert wie die notwendigen technischen und operativen Maßnahmen, die eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Erkundung des Sonnensystems darstellen. Den aktuellen Forschungsstand in den entsprechenden Bereichen diskutieren internationale Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen und Ingenieure mit Praxiserfahrung im Bereich der Luft- und Raumfahrtforschung.



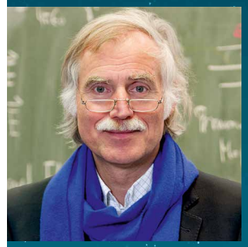
Hans-Joachim Blome

Über die kulturelle Bedeutung der Raumfahrt

Die Reise von Menschen zum Mond und die Positionierung von astronomischen Teleskopen im Weltraum ist nicht nur eine technische Spitzenleistung, sondern auch die Konsequenz der mathematischen Naturwissenschaft. Als Resultat von Renaissance und Aufklärung bildet diese den harten Kern der Kultur des neuzeitlichen Europas. Die Raumfahrttechnik des 20. Jahrhunderts ermöglichte die Erkundung der Planeten und die Expeditionen zum Mond der Erde. Zwar wurde der Fortschritt der Weltraumfahrt wesentlich durch strategische Interessen bestimmt, aber sie hat doch tiefere Wurzeln und ist eingebettet in den Gesamtzusammenhang von Kultur und Wissenschaft. Astronomie und Weltraumforschung erwachsen aus dem Bestreben, die Stellung des Menschen in der räumlichen Weite und dem zeitlichen Horizont der Geschichte der Natur zu verstehen.

Der Impetus zur Erforschung dessen, was sich jenseits der aktuellen Grenzen unseres Wissens befindet, gründet auf einer sich in der Neuzeit ab dem 16. Jahrhundert herausbildenden Weltoffenheit. Auf den ersten Blick ist Weltraumtechnik Technologie, wie jede andere auch. Dennoch hat sie von ihrer ursprünglichen Motivation, ihrer Ideengeschichte und der gedanklichen Vorwegnahme von Realität in der Science-Fiction-Literatur eine tief in der menschlichen Neugierde verhaftete Komponente. Aber die technische Realisierung von Flugträumen erwächst erst aus der mathematischen Naturwissenschaft und entfaltet sich mit ihr. So wurde Raumfahrt möglich – in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wesentlich mitbedingt durch machtpolitische Ziele.

Nach der intensiven Erkundung der Planeten unseres Sonnensystems sind ergänzende bemannte Expeditionen in der Zukunft eine logische Folge. Aber die interplanetare Raumfahrt hat auch die Schwierigkeit menschlicher Existenz in einer lebensfeindlichen kosmischen Umwelt offenbart. Der Weg in den Weltraum ist nicht einfach eine Fortsetzung der Entdeckungsfahrten auf dem Planeten Erde, die Naturgesetze setzen der Befahrung des Kosmos enge Grenzen. Exkursionen zu den Planeten jenseits des Mars oder gar Expeditionen in den interstellaren Raum zu Planeten bei anderen Sternen sind auf absehbare Zeit unmöglich. Dennoch sind Weltraumforschung und -nutzung längst Teil unserer technisch geprägten Kultur. Von Satelliten getragene Teleskope werden unser Bild vom Kosmos auch künftig verfeinern und vertiefen.



PROF. DR. HANS-JOACHIM BLOME
Lehrgebiet Physik und Himmelsmechanik
Fachhochschule Aachen

Hans-Joachim Blome studierte Physik und Astronomie an den Universitäten Clausthal, Bonn und Köln. In theoretischer Physik promovierte er an der Universität zu Köln. Von 1983 bis 1987 war er am Institut für Astrophysik der Universität Bonn tätig, danach als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und weiterhin als Mitglied der Kosmologie-Arbeitsgruppe am Institut für Astrophysik in Bonn. Im Rahmen der Tätigkeit beim DLR arbeitete er von 1988 bis 1994 in der Leitung des NASA/DLR-Projekts Spacelab D2-Mission. 1995 verbrachte er ein Forschungssemester bei der NASA sowie am Institute for Advanced Space Studies in Houston, USA. Von 1996 bis 1998 war er Mitglied der strategischen Planungsgruppe für Extraterrestrische Forschung im DLR. 1997 wurde er in das Raumfahrt-Referat im Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) in Bonn abgeordnet, 1998 wirkte Blome im Auftrag des DLR als einer der deutschen Delegierten im Science Program Committee der European Space Agency (ESA). Seit 1999 lehrt und forscht er als Professor für die Fächer Physik und Himmelsmechanik an der Fachhochschule Aachen im Fachbereich der Raumfahrttechnik. Seine Arbeitsgebiete sind die Gravitationsphysik, Raumflugdynamik und Kosmologie. Blome ist Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der Astronomischen Gesellschaft und der Carl Friedrich von Weizsäcker-Gesellschaft.

Rupert Gerzer

Zukunftsherausforderungen der Raumfahrtmedizin

Die bemannte Raumfahrt steht vor einer Reihe spannender Herausforderungen: Neue Raumschiffe werden bereits in wenigen Jahren den Zugang zur Schwerelosigkeit erleichtern. Außerdem befinden sich Folgeprojekte für die Zeit nach der Internationalen Raumstation in konkreter Vorbereitung. Bevor jedoch bemannte Flüge zum Mond oder Mars mit dem Ziel der Errichtung permanenter Stationen durchgeführt werden, sollen als nächster Schritt Flüge um den Mond erfolgen. Diese bilden die Voraussetzung für Bergbau im All: Erst wenn ein kleiner Asteroid in die Mondumlaufbahn gebracht werden kann, können wissenschaftliche Untersuchungen im Hinblick auf abbaubare Mineralien vorgenommen werden.

Tatsächlich ist nicht vollständig geklärt, wie Menschen bei langen Aufenthalten in der Schwerelosigkeit gesund und leistungsfähig bleiben. Werden dafür künftig sogenannte Kurzarm-Zentrifugen benötigt? Lassen sich bestehende Trainingsmethoden weiterentwickeln oder nutzt man Lower-Body-Negative-Pressure-Anlagen? Und wie wird das Problem der Strahlung gelöst – kann man neben dem Einsatz neuer Schutzmaterialien auch körpereigene Schutzmechanismen aktivieren? Welche Herausforderungen kommen auf die Medizin insgesamt zu, wenn immer mehr Weltraumtouristen ohne spezielle Vorauswahl plötzlich Astronauten werden wollen? Dies sind nur einige der Fragen, die sich der Raumfahrtmedizin derzeit stellen.

Darüber hinaus hilft die Forschung in Schwerelosigkeit, den menschlichen Körper besser zu verstehen. Viele Erkenntnisse sind nicht nur rein operationell für die Betreuung der Astronauten verwendbar, sondern lassen sich darüber hinaus allgemein in der Medizin einsetzen. So werden neue Anwendungsgebiete für medizinische Geräte oder Technologien erschlossen, die zunächst für die Raumfahrt entwickelt wurden.

PROF. DR. MED.RUPERT GERZER
Prorektor Universität Skoltech, Skolkovo Institute of Science and Technology, Moskau

Rupert Gerzer studierte Medizin an der Universität München. Es folgten mehrjährige Forschungsaufenthalte in Heidelberg sowie an der Vanderbilt University in Nashville, Tennessee, USA. Bis zu seiner Berufung nach Köln und Aachen arbeitete er als Arzt und Wissenschaftler an der Medizinischen Klinik im Klinikum Innenstadt der Universität München. Von 1992 bis 2015 leitete er das Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Köln und war Lehrstuhlinhaber für Flugmedizin an der RWTH Aachen. Nach seiner Pensionierung wechselte er zunächst als Professor und kommissarischer Leiter des Fachbereichs Raumfahrt an die neu gegründete, englischsprachige Universität Skoltech in Moskau. Seit Mai 2016 ist Gerzer dort Prorektor: Das Skolkovo Institute of Science and Technology wird vom russischen Staat gemeinsam mit dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) aufgebaut. Für seine Verdienste in der bemannten Raumfahrt erhielt er 2003 den Life Sciences Award der International Academy of Astronautics, 2013 die Leonov-Medaille der Association of Space Explorers, 2014 die Gagarin-Medaille der russischen Federation of Cosmonautics, 2015 die Medaille der European Low Gravity Research Association sowie 2016 die Oleg-Gazenko-Medaille der russischen physiologischen Gesellschaft.

Christa Baumstark-Khan

Gesund auf dem Mars – trotz Strahlenrisiko?

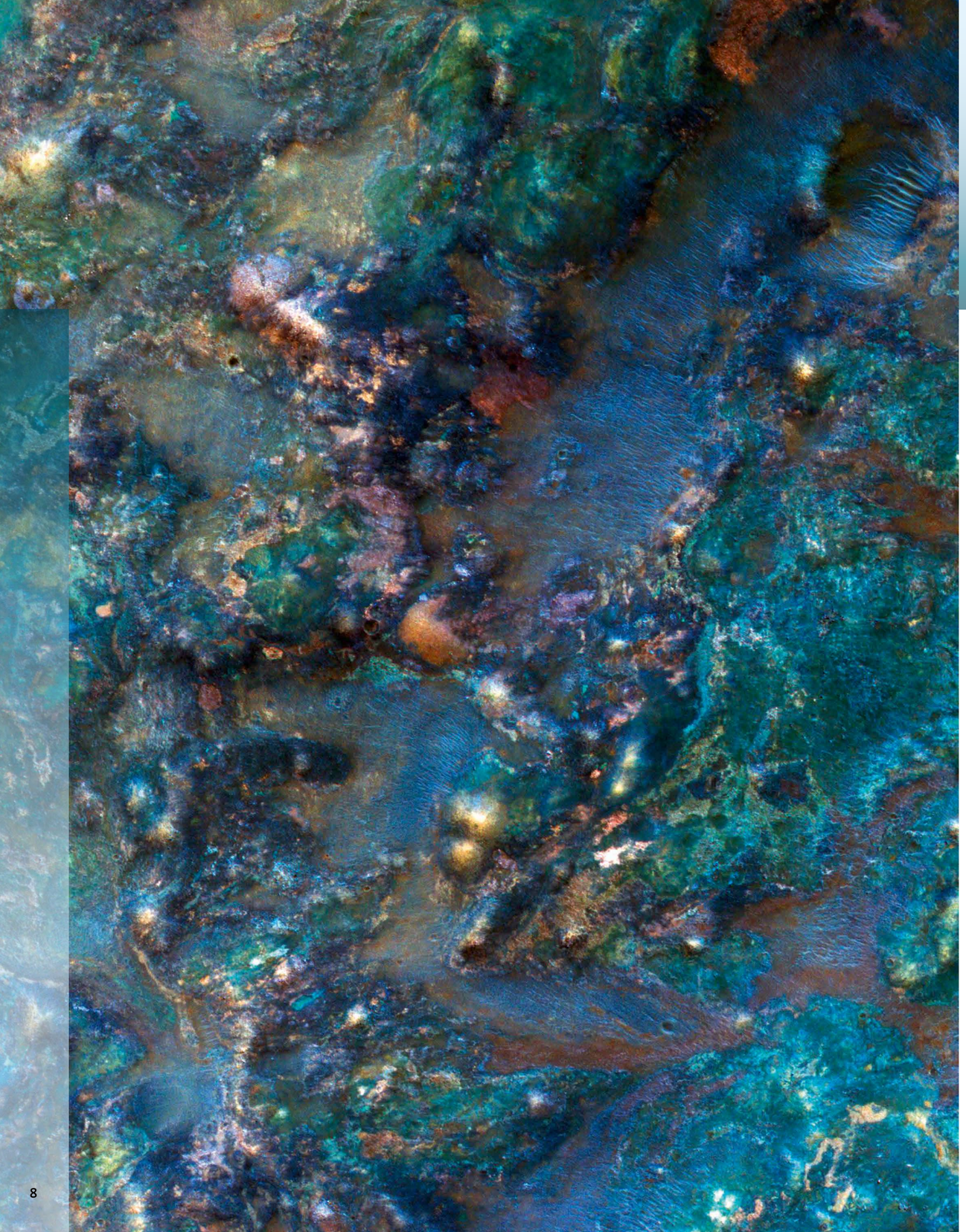
Der alte Menschheitstraum, nach den Sternen zu greifen und den Fuß auf unbewohnte Planeten zu setzen, rückt für den heutigen Menschen in unmittelbare Nähe. Die technisch mögliche Reise zu Mond oder Mars kann für den „Homo spatialis“ mit Sonnenstürmen und Partikelbeschuss gepflastert sein und birgt medizinische Risiken: Vor allem die erhöhte Strahlendosis der solaren oder kosmischen Komponenten der Weltraumstrahlung – Elektronen, Protonen und hochenergetische schwere Teilchen – kann zu einem bedrohlichen Gesundheitsrisiko werden.

Je nach Missionsdesign besteht die Möglichkeit, durch unvorhersehbare Sonnenstürme akute Strahlenschäden zu erleiden oder, bedingt durch die erhöhte biologische Wirksamkeit der galaktischen Strahlung, Langzeitschäden zu entwickeln. Erste Abschätzungen zeigen, dass Astronauten während einer Marsreise mit einer Strahlenbelastung zu rechnen haben, die über dem amtlichen Grenzwert von jährlich fünf Millisievert für beruflich strahlenexponierte Personen liegt. Die Karrieredosis von Astronauten kann möglicherweise zu einem um den Faktor drei bis vier erhöhten Krebsrisiko führen. Um Gegenmaßnahmen entwickeln zu können, werden von NASA-Wissenschaftlern und Mitarbeitern des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt umfangreiche Untersuchungen der zellulären Strahlenantwort – speziell nach Exposition mit weltraumrelevanten Strahlenqualitäten – durchgeführt.

Im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses stehen dabei hochenergetische Protonen und Schwerionen sowie die Bestimmung ihrer relativen biologischen Effektivität für verschiedene biologische Endpunkte. Während bisher Daten zur Zellinaktivierung und Karzinogenese erhoben wurden, geht der Fokus nun zur Analyse von Signaltransduktionswegen, wobei sowohl Wirkungen im bestrahlten Gewebe direkt als auch in unbestrahlten Nachbarzellen betrachtet werden. Solche Untersuchungen sind nicht nur für den Strahlenschutz im Weltraum essenziell. Sie tragen auch dazu bei, das Verständnis biologischer Prozesse für die Tumortherapie von Krebspatienten auf der Erde zu verbessern.

PROF. DR. CHRISTA BAUMSTARK-KHAN
Leitung Arbeitsgruppe „Zelluläre Biodiagnostik“, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln

Christa Baumstark-Khan ist Strahlenbiologin und leitet am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln die Arbeitsgruppe „Zelluläre Biodiagnostik“. In ihrer Arbeit beschäftigt sie sich mit der Analyse der zellulären und molekularen Reaktion von menschlichen Zellen auf Bestrahlung mit Röntgenstrahlen als Referenzstrahlung und mit beschleunigten Schwerionen. Im Fokus ihres wissenschaftlichen Interesses stehen dabei Untersuchungen zur Wirkung kosmischer Strahlung auf den Menschen und mögliche Einflüsse der Schwerelosigkeit auf die Ausprägung der Strahlenantwort. Hierzu werden bodenbegleitende Untersuchungen an Schwerionenbeschleunigern und Experimente im Weltraum durchgeführt. Seit 2012 ist sie Vizevorsitzende der Subkommission F2 „Strahlenumwelt, Biologie und Gesundheit“ der Wissenschaftlichen Kommission F „Weltraum-relevante Lebenswissenschaften“ im „Committee on Space Research (COSPAR)“. Christa Baumstark-Khan wurde 2013 zur Honorarprofessorin an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg berufen, wo sie für Studierende der Fachrichtung „Biomedizinische Wissenschaften“ den Kurs „Strahlenbiologie“ anbietet.



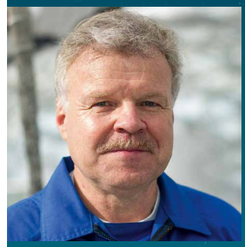
Reinhold Ewald

Welt(all)bürger und Erdbewohner – die Dauerpräsenz des Menschen im All

Der erste Raumflug eines Menschen liegt nun schon über 50 Jahre zurück, doch trotz der Mondlandungen von 1969 bis 1972 ist von Kolonien im All keine Spur! Sind wir auf dem Fleck stehen geblieben? Beherrschen wir die Technik noch nicht oder – schlimmer – nicht mehr? Nein, denn eine Vielzahl nützlicher Satelliten, die Kommunikation und Navigation gewährleisten oder Wetter- und Erdbeobachtung ermöglichen, umkreisen die Erde und verwandeln jeden unserer Tage wie selbstverständlich in einen durch Technik geprägten „ALL-Tag“.

Seit 1998 ist die Internationale Raumstation ISS mit Besatzungen aus zahlreichen Ländern im All. Sie funktioniert bis heute nicht nur aufgrund einer technisch guten Zusammenarbeit zwischen den USA, Europa, Japan, Kanada und Russland – sie ist das Modell jeder künftigen Exploration. China kommt als neuer potenzieller Partner zunehmend in den Dialog mit den etablierten Raumfahrtnationen. Heute können wir daher die künftigen Ziele der bemannten Raumfahrt wesentlich fundierter definieren. Nachdem wir durch die seit dem Jahr 2000 ununterbrochene Präsenz im All zu Weltallbürgern geworden sind, lässt sich auch die Frage, wann die Raumfahrt die Menschen über den erdnahen Raum hinweg zurück zum Mond und schließlich darüber hinaus bringen wird, deutlich entspannter angehen.

Die wissenschaftlichen und technischen Fragestellungen, die mit der Raumfahrt gelöst werden sollen, dienen erst einmal auch der Lösung von erkannten Problembereichen auf der Erde. Energiebeschaffung, Lebensmittelversorgung und Wasserrecycling, Strahlenschutz und Gesunderhaltung werden exemplarisch von und an der kleinen Schar der Raumfahrer erforscht. Die gewonnenen Erkenntnisse werden den Menschen auf der Erde zur Verfügung gestellt. Durch die Langzeiterfahrung beim Betrieb der diversen Raumstationen hat die Raumfahrt ihre technischen Beschränkungen und Risiken viel besser kennen und einschätzen gelernt. Insgesamt sind die Programme heute wesentlich risikoärmer angelegt als in den Pionierzeiten der 1960er- und 1970er-Jahre. Dies befeuert die Ungeduld, mit der viele Menschen Missionen erwarten, die über den Erdorbit hinausgehen. Technologische Durchbrüche – insbesondere im Bereich des Transports ins All mithilfe von Raketen – können die Entwicklungen beschleunigen. Aber nicht jeder Ankündigung von Expeditionen zum Mond und Mars werden innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre auch Taten folgen.



PROF. DR. REINHOLD EWALD
Europäische Weltraumagentur ESA
Institut für Raumfahrtsysteme, Universität Stuttgart

Reinhold Ewald studierte Experimentalphysik an der Universität zu Köln. Nach seinem Diplom promovierte er 1986 auf dem Gebiet der Radioastronomie mit Nebenfach Humanphysiologie. Ab 1987 betreute er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt astronomische Weltraumprojekte. Seine Berufung ins Deutsche Astronautenteam erfolgte 1990; bis 1997 absolvierte er zwei Trainingsphasen im Juri-Gagarin-Kosmonauten-Ausbildungszentrum in Moskau. Ab 1992 gehörte er zur Ersatzmannschaft für den ersten deutsch-russischen Weltraumflug zur Raumstation MIR. Ewald flog 1997 zur MIR und verbrachte drei Wochen im All, wobei er wissenschaftliche und technische Experimente für Medizin, Materialwissenschaft und zur Technologieerprobung durchführte. 1999 wurde er Astronaut der ESA, er wirkte in der Bodenbetreuung von Raumflügen europäischer Kollegen sowie beim Aufbau und der Betriebsleitung des Columbus-Kontrollzentrums in Oberpfaffenhofen, das seit 2008 den europäischen Teil der ISS steuert. Aktuell ist er mit der wissenschaftlichen Begleitung der Raumflüge im Europäischen Astronautenzentrum der ESA in Köln betraut. Neben diversen Lehrtätigkeiten ist er seit 2015 Professor für Astronautik und Raumstationen an der Universität Stuttgart. Er erhielt das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse, die Orden für Völkerfreundschaft und Tapferkeit sowie andere russische Auszeichnungen.

Christiane Heinicke

Vom isolierten Leben auf dem Mars

Marsmissionen zu wissenschaftlichen Zwecken würden nach heutiger Planung knapp drei Jahre dauern. Lange Jahre, in denen vier bis sechs Astronauten in einer fremden und lebensfeindlichen Welt, die sie nur im Schutzanzug betreten können, auf sich allein gestellt sind. Eine Zeit, in der sie Familie und Freunde weder sehen noch mit ihnen telefonieren können: Die Kommunikation mit anderen Menschen ist auf E-Mails und Videobotschaften beschränkt, da jede Nachricht vom Mars zur Erde selbst mit Lichtgeschwindigkeit bis zu rund 20 Minuten unterwegs ist.

Die Referentin konnte diese Bedingungen am eigenen Leib in der Forschungsstation HI-SEAS auf Hawaii erfahren, wo sie ein Jahr lang mit fünf anderen Wissenschaftlern lebte. Ihr Zuhause war ein kuppelförmiges Habitat mit Blick über eine karge, rötliche Gesteinswüste – fernab der Zivilisation am Hang des Vulkans Mauna Loa. Dort stellte sie bald fest, dass die Isolation vom Rest der Menschheit nur einen Teil der Herausforderungen darstellte. Mindestens genauso schwer war das monatelange enge Zusammenleben mit den fünf Kollegen. Es entstanden Konflikte, weil sich die Crewmitglieder nicht komplett aus dem Weg gehen oder bei einem Spaziergang an der frischen Luft Abstand gewinnen konnten. Doch die gemeinsamen Herausforderungen schweißten auch zusammen: Bei Außeneinsätzen in schwierigem Terrain und in Höhlen lernte die Crew bedingungsloses Vertrauen ineinander.

Seit ihrer Rückkehr in die deutsche Heimat genießt Heinicke die kleinen irdischen Freuden, wann immer es ihr beliebt – etwa bei offenem Fenster schlafen oder frisches Obst essen. Dennoch, so überraschend es erscheinen mag, empfand sie das Leben auf dem simulierten Mars gar nicht so abschreckend, manche Aspekte vermisst sie regelrecht. So handelt der Vortrag von den physischen und psychischen Herausforderungen des alltäglichen Lebens auf dem Mars – aber auch von dessen Vorzügen.

DR. CHRISTIANE HEINICKE
Faculty of Earth and Life Sciences
Vrije Universiteit Amsterdam

Christiane Heinicke studierte Technische Physik an der Technischen Universität Ilmenau und Geophysik an der Uppsala University. Nach weiteren Studienaufenthalten am Massachusetts Institute of Technology, USA, und der ETH Zürich kehrte sie 2010 für die Promotion zur Wechselwirkung zwischen Magnetfeldern und Strömungen von Metallschmelzen nach Ilmenau zurück. Bereits während ihres Studiums entwickelte sie eine Vorliebe für ungewöhnliche Arbeitsplätze. Diverse Forschungsprojekte führten sie in entlegene, unwirtliche Gegenden auf unserem Heimatplaneten – darunter Lappland, Feuerland und Alaska. Im Herbst 2014 probte sie zwei Wochen lang das Leben auf dem Mars in der Mars Desert Research Station in Utah, USA. Im darauf folgenden Sommer beendete Heinicke ihre Forschung zu Meereis an der Aalto University bei Helsinki und zog in die Forschungsstation HI-SEAS auf Hawaii, wo sie ein Jahr lang als Mitglied der Crew IV das Leben auf dem Mars simulierte.

Markus Czupalla

Pflanzen oder Maschinen – was lässt uns auf dem Mars überleben?

Für die bemannte Erforschung des Sonnensystems müssen Raumfahrzeuge über Lebenserhaltungssysteme verfügen, die die Besatzung über die Missionsdauer hinweg versorgen können. Neben der Bereitstellung der benötigten Umweltbedingungen innerhalb eines Habitats besteht ihre Aufgabe darin, die für die Menschen notwendigen Substanzen vorzuhalten sowie alle ungewollten Stoffe zu entfernen. Allerdings sind die benötigten Elemente typischerweise mit den ungewollten Substanzen vermengt oder chemisch an sie gebunden. So müssen die Lebenserhaltungssysteme nützliche Stoffe von den nicht benötigten bzw. gefährlichen trennen können.

Dies lässt sich auf unterschiedliche Arten erreichen: durch physikalische Trennverfahren, wie Filterung, oder chemische Reaktionen, die auf die jeweiligen Stoffkreisläufe zugeschnitten sind. Bei Letzteren spricht man von physiochemischen Systemen. Eine weitere Option sind biologische Methoden, wobei Algen bzw. Pflanzen eingesetzt werden, um in einer kontrollierten Symbiose mit der Besatzung aus den menschlichen Ausscheidungen nützliche Substanzen zu generieren. Die sogenannten bioregenerativen Verfahren haben gegenüber physiochemischen Systemen den großen Vorteil, dass sie Nahrung erzeugen und somit den Kohlenstoffkreislauf schließen können.

Doch was theoretisch einfach klingt, ist in der Praxis extrem kompliziert – auch Pflanzen müssen zunächst einmal am Leben gehalten werden, damit sie die notwendigen Funktionen bereitstellen können. Hinzu kommt, dass verhältnismäßig viele Pflanzen sowie große Energiemengen benötigt werden, um Menschen komplett zu versorgen. Damit ist der Einsatz bioregenerativer Methoden in räumlich und energetisch eingeschränkten Weltraumhabitaten nur limitiert möglich.

Es könnten jedoch sogenannte hybride Systeme, die beide Methoden kombinieren, zum Einsatz kommen. Doch wie ein solches System aussehen kann, wird derzeit erst erforscht. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist zu erwarten, dass die ersten Missionen fast gänzlich auf physiochemische Methoden setzen werden. Mit zunehmender Missionsdauer – vor allem bei angestrebter quasi-permanenter Präsenz auf Mond oder Mars – dürften jedoch auch bioregenerative Systeme von zunehmender Bedeutung sein.

PROF. DR. MARKUS CZUPALLA
Lehrgebiet Raumfahrtsystemtechnik
Fachhochschule Aachen

Markus Czupalla studierte Raumfahrttechnik an der Fachhochschule Aachen und – mit Fulbright Enterprise Stipendium – an der University of Colorado Boulder, USA, mit den Schwerpunkten Raumfahrzeugbau und Lebenserhaltungssysteme. Er wurde mit der Ehrenplakette der FH Aachen ausgezeichnet. Ab 2004 war er bei der Kayser-Threde GmbH (heute OHB System AG) als Raumfahrtingenieur für wissenschaftliche Weltraumnutzlasten beschäftigt. Er arbeitete in den Bereichen AIT, Thermal, Struktur und Systems Engineering an zahlreichen europäischen Raumfahrtmissionen mit – zuletzt an Meteosat Third Generation und PLATO. Im Jahr 2011 übernahm er die Leitung der Thermalgruppe sowie die stellvertretende Leitung für die Struktur- und Thermalabteilung. Parallel promovierte Czupalla von 2006 bis 2011 im Bereich der Lebenserhaltungssysteme an der Technischen Universität München. Seine Dissertation über die Optimierung von Lebenserhaltungssystemen für bemannte Langzeitweltraummissionen wurde mit dem Willy Messerschmitt Preis ausgezeichnet. 2016 wurde er als Professor für Raumfahrtsystemtechnik an die FH Aachen berufen. Er lehrt und forscht mit den Schwerpunkten wissenschaftliche Weltraumnutzlasten und Raumfahrzeugbau sowie Lebenserhaltungssysteme.

Langzeitmissionen überleben – wie kann es gehen?

Layne Carter

Development of Reliable Life Support Systems

The life support systems on the International Space Station (ISS) are the culmination of an extensive effort encompassing development, design, and test to provide the highest possible confidence in their operation on ISS. Many years of development testing are initially performed to identify the optimum technology and operational approach. The success of this development program depends on the accuracy of the system interfaces. The critical interfaces include the specific operational environment, the composition of the waste stream to be processed and the required quality of the product.

After the development program is complete, a detailed system schematic is built based on the specific design requirements, followed by component procurement, assembly, and acceptance testing. A successful acceptance test again depends on accurately simulating the anticipated environment on ISS. The ISS Water Recovery System (WRS) provides an excellent example of where this process worked, as well as lessons learned that can be applied to the success of future missions. More importantly, ISS has provided a test bed to identify these design issues.

Mechanical design issues have included an unreliable harmonic drive train in the Urine Processor's fluids pump, and seals in the Water Processor's Catalytic Reactor with insufficient life at the operational temperature. Systems issues have included elevated calcium in crew urine (due to microgravity effect) that resulted in precipitation at the desired water recovery rate, and the presence of an organosilicon compound (dimethylsilanediol) in the condensate that is not well removed by the water treatment process. Modifications to the WRS to address these issues are either complete (and now being evaluated on ISS) or are currently in work to insure the WRS has the required reliability before embarking on a mission to Mars.

LAYNE CARTER
NASA Marshall Space Flight Center

Layne Carter was hired by NASA in 1988 after receiving a B. S. degree in Chemical Engineering from Oklahoma State University. He also received a M. S. degree in Environmental Engineering from the University of Alabama in Huntsville. During his 28 years at NASA, Layne Carter has worked on the development, design, delivery and operation of the ISS Water Recovery System (WRS), which includes the Water Processor Assembly (WPA) and Urine Processor Assembly (UPA). His current role is the ISS Water Subsystem Manager, for which he is responsible for the ongoing operation of the water management and WRS on ISS. In addition, he is the co-Lead for NASA's Advanced Exploration Systems (AES) Wastewater Processing and Water Management team, which has the responsibility for developing the technologies to be used for NASA's future manned missions.

Molly Anderson

Moon/Mars Life Support Systems – how far along are we?

NASA and its international partners are developing plans for missions to the Moon and Mars. These plans include near-term goals to demonstrate the critical technologies needed to support human beings, and plans to use these technologies to enable exploration of the Moon and prove that the systems are ready for Mars missions. NASA and international teams have learned a lot from the long operation of the life support systems on the International Space Station. But missions to Mars will not have the luxury of resupply from the Earth, and the crew will have to make decisions, operate systems, and repair components with only what they have or what was sent ahead in advance.

Systems on the space station recycle urine, water condensed from the air, and carbon dioxide produced by the crew back into useful resources. New life support system technologies are being developed to recycle more wastes into useful water or oxygen, and provide a safer and healthier environment for the crew, but those components add more complexity and new technical challenges. International missions to the vicinity of the Moon could provide great opportunities for scientific exploration, but they are also very useful as a proving ground to simulate Mars missions, and demonstrate that we are ready to leave the relative safety of the Earth-Moon system. Initial missions to Mars will probably use systems that evolve from the methods used on the International Space Station for the first explorations of the Mars surface.

But when human beings first go to Mars using these systems, it is just a first step to eventually having human beings be able to live truly independently from Earth. Technical research is ongoing to grow food, and integrate other biological systems to create a sustainable system to support human beings. Early demonstrations of systems on the International Space Station will prove the basic feasibility of these concepts. In many ways, humanity has the tools and techniques available to sustain life for long periods in spacecraft and even on planetary surfaces far away from Earth. NASA and its partners are working to pick the best options, demonstrate that they are reliable and robust systems, and integrate them to be the next generation of systems that will enable humans to explore farther than ever before.

MOLLY ANDERSON
NASA Space Technology
Mission Directorate

Molly Anderson works for the National Aeronautics and Space Administration to develop technologies, systems, and vehicle design concepts to expand humanity's ability to survive and thrive in outer space. She has a bachelor's degree in Chemical Engineering from the University of Virginia, and a Masters of Chemical Engineering from the University of Houston. Her first tasks for NASA were creating computer simulations of life support systems, and she began to support systems engineering activities to optimize and integrate the complex, multi-disciplinary problems of humans in space. She has led efforts to develop new technologies for spacecraft life support, thermal heat rejection, and spacesuit systems. She participated in early design activities for the NASA Orion spacecraft, and was the life support system lead for the NASA Altair Lunar Lander. She later led a multi-disciplinary team in conceptual design of long duration spacecraft and surface habitats. Molly works as a Principal Technologist for NASA's Space Technology Mission Directorate, creating strategic plans and overseeing technology development for life support, thermal, in-situ resource utilization, and spacesuits. She continues to support conceptual design activities for future spacecraft, including international collaborations for new vehicles at the moon and on the surface of Mars.

BERLINER KOLLOQUIUM

Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik treffen sich einmal im Jahr zum Berliner Kolloquium. Die fachübergreifenden Themen dieser Veranstaltungsreihe wechseln jährlich und werden vor dem Hintergrund des Spannungsfelds Mensch, Umwelt und Technik behandelt. Seit 19 Jahren ist das Berliner Kolloquium der Daimler und Benz Stiftung als wissenschaftliche Veranstaltung in der Hauptstadt fest etabliert.

Kommunikation:
Dr. Johannes Schnurr, +49 176 - 216 446 92
Patricia Piekenbrock, +49 152 - 289 093 77

DAIMLER UND BENZ STIFTUNG

Impulse für Wissen – die Daimler und Benz Stiftung verstärkt Prozesse der Wissensgenerierung. Ihr Fokus richtet sich dabei auf die Förderung junger Wissenschaftler, fachübergreifende Kooperationen sowie Forschungsprojekte aus sämtlichen wissenschaftlichen Disziplinen. Die operativ tätige und gemeinnützige Stiftung zählt zu den großen wissenschaftsfördernden Stiftungen Deutschlands.

Kontakt:
Dr. Jörg Klein
Geschäftsführer
Daimler und Benz Stiftung
Dr.-Carl-Benz-Platz 2
68523 Ladenburg

T +49 6203 1092 - 0
F +49 6203 1092 - 5

info@daimler-benz-stiftung.de
www.daimler-benz-stiftung.de

Bildnachweis
Titel: Daimler und Benz Stiftung
Seite 4: National Gallery of Art
Seite 8: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona
Seite 11: Dr. Christiane Heinicke
Seite 15: NASA/Bill Ingalls