



VORHANG AUF FÜR DEN ISTAR

NEUES FORSCHUNGSFLUGZEUG FÜR DIE DLR-FLOTTE

Weitere Themen:

- ▶ DER WEISSE FLECK MUSS WEG
Forschung für mehr Breitbandverfügbarkeit
- ▶ IN ZEITLOSEN RÄUMEN
Begegnung im zentralen DLR-Archiv

HELGA FLIEGT ZUM MOND

Das Experiment MARE erfasst erstmals die Strahlenbelastung auf dem Weg zum Erdtrabanten

Von Manuela Braun

Die Anzahl der Menschen, die jemals das schützende Magnetfeld der Erde verlassen haben, ist überschaubar: Insgesamt 24 Astronauten ließen mit den Apollo-Missionen den Van-Allen-Gürtel hinter sich, jenen Strahlungsgürtel, an dem in einer Höhe von rund 58.000 Kilometern das Magnetfeld der Erde aufhört zu existieren. Von dort an schützt nichts mehr den menschlichen Körper vor der kosmischen Strahlung und vor den geladenen Teilchen, die ständig von der Sonne in alle Richtungen abströmen. Seit dem Apollo-Programm, das 1975 endete, drangen nur noch Raumsonden ohne Besatzung in diese lebensfeindlichen Regionen vor. Nun soll sich das ändern: Mit der Artemis-Mission will die amerikanische Weltraumbehörde auf dem Orion-Raumerschiff die erste Frau und den nächsten Mann auf den Mond bringen. Welche Strahlenbelastung auf diese Crew zukommen wird, ist Forschungsgegenstand des Experiments MARE (Matroschka AstroRad Radiation Experiment). DLR-Biophysiker bereiten es für seinen Testflug vor – mit Helga und Zohar, den ersten „Astronautinnen“, die zum Mond fliegen.

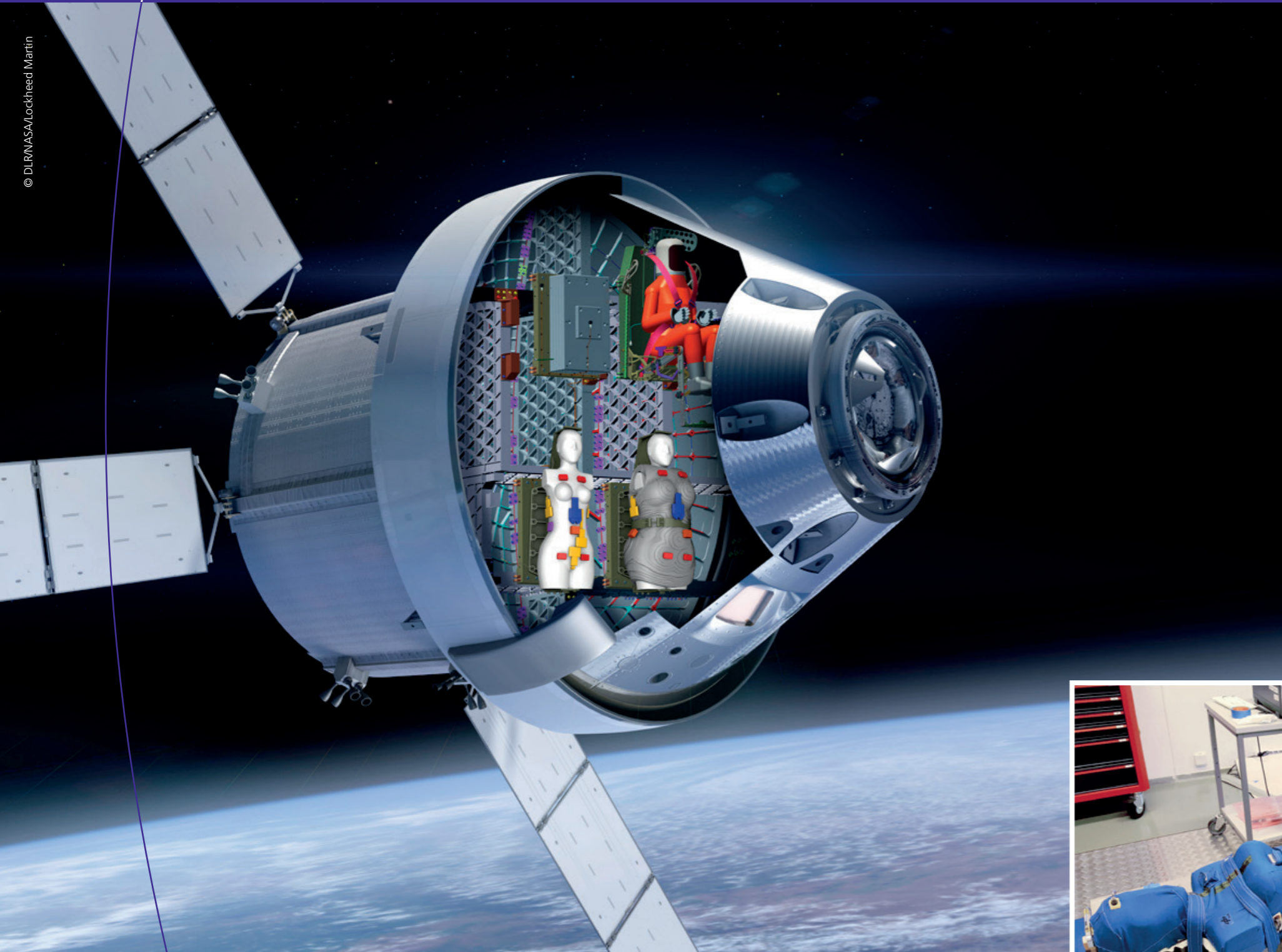
Helga besteht aus 38 Scheiben, ist 95 Zentimeter groß, wiegt 36 Kilogramm und ihre Organe und Knochen sind aus Kunststoff. Zugegeben: Damit ist sie keine gewöhnliche Astronautin, und dennoch wird sie – gemeinsam mit ihrer Zwillingsschwester Zohar – Entscheidendes für die Raumfahrt leisten. Die beiden weiblichen Phantome werden in den Passagiersitzen der Orion-Kapsel sitzen und genau erfahren, welche Strahlung auf einen menschlichen Körper während des Fluges zum Mond und zurück zur Erde einwirkt.

„Es gibt mehrere Faktoren, die für den Menschen im All ein Risiko darstellen“, sagt Dr. Thomas Berger, Strahlenbiologe am DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin: „Die Schwerelosigkeit beeinträchtigt unter anderem Knochen und Muskeln, die Isolation und die Entfernung von der Erde haben psychologische Auswirkungen, und die Strahlung kann sowohl lang- als auch kurzfristige Schäden verursachen.“ Die kosmische Strahlung kann beispielsweise das Krebsrisiko erhöhen oder das Sehvermögen schädigen. Solare Teilchenereignisse können zudem zur Strahlenkrankheit unter anderem mit Übelkeit und Müdigkeit führen.

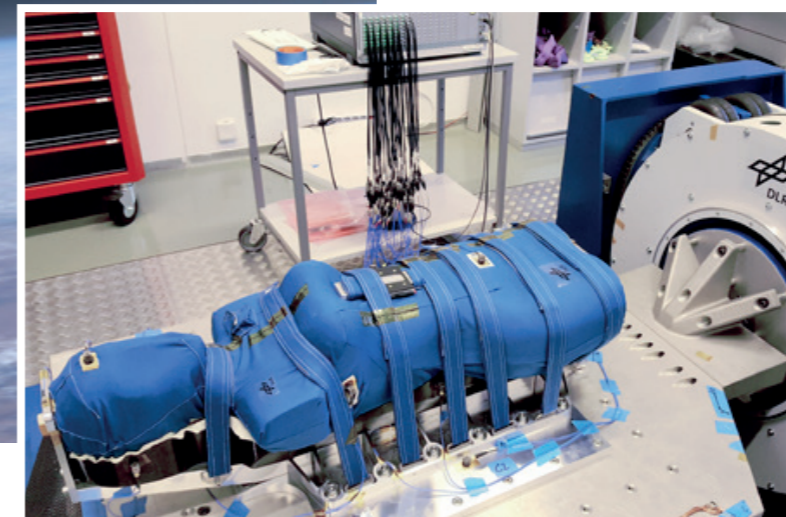
Die Strahlenbelastung eines Menschen auf der Erde liegt durchschnittlich bei drei Millisievert im Jahr – dieser Wert schließt bereits medizinische Untersuchungen wie Röntgenaufnahmen oder Computertomografien ein. Mit dem Messgerät RAD (Radiation Assessment Detector) auf dem Marsrover Curiosity erfasste ein Wissenschaftlerteam des DLR bereits während des Fluges zum Mars die Strahlung: Die Dosis lag bei etwa zwei bis drei Millisievert – pro Tag! Will man Astronauten und Astronautinnen auf Flügen zu Mond und Mars einsetzen, ohne dass deren Gesundheit Schaden nimmt, so müssen die Strahlenbelastung erforscht und mögliche Schutzmaßnahmen erarbeitet und getroffen werden. „Wir werden mit MARE zum ersten Mal bei einer solchen Mission die Strahlenbelastung der Crew genau erfassen“, sagt Dr. Thomas Berger.

Zurück zum Mond

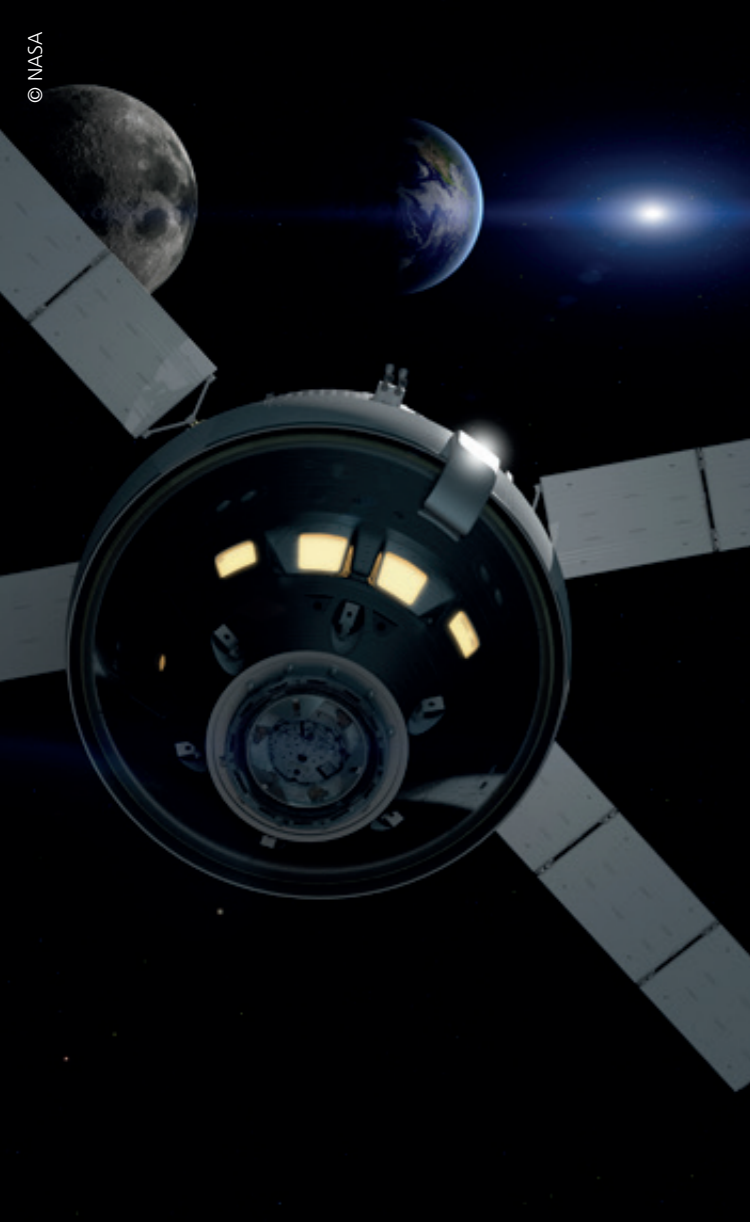
Mit „einer solchen Mission“ meint Dr. Berger den Plan der NASA, mehr als 50 Jahre nach der Mondlandung erneut Menschen zum Erdtrabanten zu schicken. Waren die Flüge in den Sechzigerjahren dem griechischen Gott Apollo gewidmet, so sollen die nächsten Flüge unter dem Namen von Apollos Zwillingsschwester Artemis erfolgen. Der Name ist Programm: Bei der Apollo-Mission reisten ausschließlich Männer durchs All, bei der Artemis-Mission wird hingegen immerhin eine Frau mit an Bord sein. Helga und Zohar werden als ihre Stellvertreterinnen im ersten Flug des Orion-Raumerschiffs vom Kennedy Space Center



Auf dem ersten Mondflug des Orion-Raumerschiffs werden zwei weibliche Phantome in den Passagiersitzen mitfliegen



Das sensorbestückte Phantom Helga soll die Strahlenbelastung beim Flug zum Mond messen

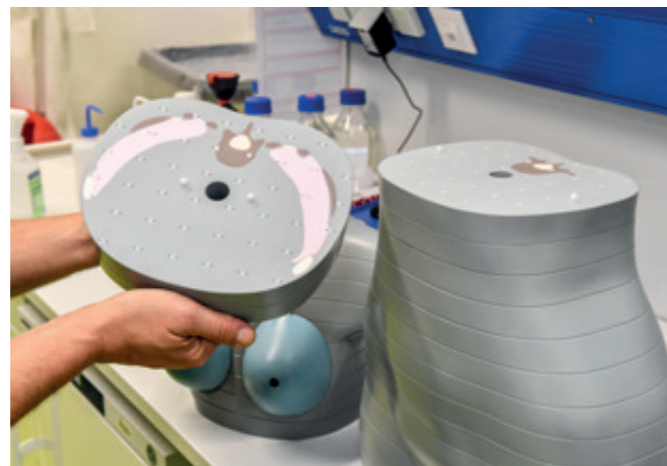


Bis zu 42 Tage wird die Artemis-1-Mission mit Helga und Zohar zum Mond und wieder zurück zur Erde dauern

aus zum Mond fliegen. Die von der israelischen Raumfahrtagentur beigesteuerte Zohar wird die Schutzweste AstroRad tragen, die das israelische Unternehmen StemRad entwickelt hat. Die deutsche Helga wird den Mondflug ohne schützende Maßnahmen antreten. Beide werden mit passiven und aktiven Detektoren ausgestattet, sodass man nach ihrer Rückkehr nicht nur die Strahlung, sondern durch den Vergleich auch die Effektivität der Schutzweste einschätzen kann.

Noch stehen beide Phantome im Kölner Labor der DLR-Strahlenbiologie, um für die Reise ausgestattet zu werden. Etwas versteckt, in einer wenig genutzten Ecke des Labors ist ein männlicher Kollege „geparkt“, der derzeit nicht verwendet wird: das „Matroschka“-Phantom. Es war von 2004 bis 2011 vier Mal auf der Internationalen Raumstation ISS und wurde nicht nur in verschiedenen Forschungslaboren im Inneren, sondern auch an der Außenseite der ISS der Strahlenbelastung ausgesetzt. 2011 endete die letzte Mission, auf der das Phantom 310 Tage im japanischen KIBO-Modul im Einsatz war.

Jetzt wird mit Helga also eine künstliche Astronautin ins All fliegen. „Wir hätten auch wieder ein männliches Phantom auswählen können, aber die Zahl der Astronautinnen nimmt zu und so sollten wir auch unsere wissenschaftliche Forschung dementsprechend ausrichten“, sagt Thomas Berger. Die erste Frau im Weltraum war die Russin Valentina Tereschkova 1963. Seitdem haben Frauen unter anderem bei amerikanischen Space-Shuttle-Missionen sowie auf der Internationalen Raumstation ISS gearbeitet und waren bei Weltraumausstiegen im Einsatz.



Helga und Zohar bestehen aus jeweils 38 Scheiben und werden von den Wissenschaftlern des DLR mit tausenden von Strahlungsdetektoren ausgerüstet



DLR-Strahlenbiologe Dr. Thomas Berger mit den Dummies in der Orion-Kapsel

Tausende Detektoren

Die Phantome Helga und Zohar simulieren daher Frauenkörper mit Fortpflanzungsorganen und Brüsten. Die Vorbereitung der beiden für ihre Mission wird eine penible Geduldsarbeit: Jede der 38 Scheiben hat im Inneren Aussparungen, in die DLR-Wissenschaftler kleine Kristalle gelegt haben. Diese können die Strahlung speichern. 1.400 Sensorplätze sind zu befüllen, insgesamt 5.600 Kristalle müssen Stück für Stück mit der Pinzette vorsichtig an den richtigen Platz gelegt und dokumentiert werden. Jeder einzelne dieser passiven Detektoren wird dann vom Beginn der Mission an bis zur Rückkehr zur Erde kontinuierlich die Strahlung aufnehmen. Mit dem Auslesen der Kristalle entsteht so ein dreidimensionales Abbild des menschlichen Körpers. Es zeigt, wie hoch die Strahlenbelastung während eines Mondfluges insgesamt auf Knochen und Organe an unterschiedlichen Stellen ist. Hinzu kommen 16 aktive Detektoren. Sie erfassen nicht nur die Gesamtmenge der Strahlung über die komplette Mission, sondern messen auch die aktuelle Strahlenbelastung zu den jeweils bestimmten Zeitpunkten. So können die Wissenschaftler nachvollziehen, unter welchen Bedingungen und in welchen Phasen der Mission welche Strahlenbelastung auf die Körperteile einwirkt. Angebracht werden die Messgeräte in den empfindlichsten Organen, also Lunge, Magen, Uterus und unter anderem am Rückenmark der Phantome.

Spätestens bei diesen Detektoren ist Ingenieurkunst gefragt: Die aktiven Detektoren werden über Batterien mit Strom versorgt – und dieser darf während der gesamten Missionsdauer nicht ausfallen, denn

die Strahlenbiologen haben keine Möglichkeit, die Messgeräte vom Boden aus zu kommandieren. Beschleunigungsmesser innerhalb des Geräts sorgen dafür, dass sich die Detektoren mit dem Start einschalten. Erfolgreiche Tests unter realistischen Bedingungen konnten die Wissenschaftler bereits auf den beiden vergangenen MAPHEUS-Flügen, einem DLR-Forschungsprogramm mit Höhenforschungsraketen, durchführen. Auch bei einem Mitflug auf einer Ballon-Kampagne der NASA über dem Südpol stellten die Forscher die Detektoren zur Strahlungsmessung auf die Probe.

Zwölf Tage vor dem Starttermin müssen die Phantome an die NASA übergeben werden – danach haben die Wissenschaftler erst wieder Zugriff auf ihr Experiment, nachdem es in der Orion-Kapsel an Fallschirmen sicher im Pazifik gelandet ist und geborgen wurde. „Je nach Starttermin und Orbit kann die Mission zwischen 25 und 42 Tage dauern – und so lange müssen unsere Batterien die aktiven Detektoren immer wieder aktivieren, am Laufen halten und die Datenspeicherung sicherstellen.“

Die Reise, die Helga und Zohar unternehmen werden, wird sie in eine Entfernung von der Erde bringen, die bisher noch kein Astronaut erreicht hat: Das Orion-Raumerschiff holt bei seinem Vorbeiflug am Mond Schwung und schwenkt erst 70.000 Kilometer hinter dem Mond wieder um. Die beiden Phantome in ihren Passagiersitzen werden sich dann fast eine halbe Million Kilometer von der Erde entfernt befinden. Einen ersten erfolgreichen unbemannten Testflug hat die NASA bereits im Dezember 2014 mit dem Orion-Raumerschiff absolviert. Damals flog die Kapsel zwei Orbits um die Erde und landete nach knapp fünf Stunden im Pazifik. Im Juli 2019 wurde das Rettungssystem für den Start einer Orion-Kapsel mit Erfolg getestet.

Neues Kapitel mit dem Artemis-Programm

Den ersten Flug um den Mond wird die Artemis-1-Mission mit MARE an Bord absolvieren – geplant ist er für das letzte Quartal 2020. Ob dieser Starttermin gehalten wird oder ob er sich bis 2021 verzögert, hängt vor allem vom Fortschritt bei der Entwicklung des „Space Launch Systems“ (SLS) ab, der Schwerlastrakete, die von der NASA für die Missionen zum Mond derzeit entwickelt und getestet wird. Sie soll noch leistungsfähiger als die Saturn-V-Rakete sein, mit der die Apollo-Astronauten zum Mond gelangten. Den ersten Flug zum Mond mit dem Orion-Raumerschiff plant die NASA für 2022 – dann sollen keine Phantome wie Helga und Zohar in den Passagiersitzen Platz nehmen, sondern eine vierköpfige menschliche Crew. Sie soll auf der Artemis-2-Mission den Mond umrunden. Die nächste Mondladung, bei der erstmals eine Frau zum Team gehört, soll nach den derzeitigen Plänen der NASA mit Artemis-3 im Jahr 2024 stattfinden. Mit weiteren Artemis-Missionen könnte dann bis 2026 das „Lunar Gateway“, eine permanente Raumstation im Orbit des Mondes, aufgebaut werden.

Bevor dies alles umgesetzt werden kann, sind zunächst einmal Helga und Zohar an der Reihe. Die ersten Meilensteine für ihre Mission sind bereits erreicht: Das Probesitzen in der Orion-Kapsel verlief ohne Probleme. Die Haltestruktur, auf der die beiden befestigt und transportiert werden, überstand bei einem Vibrationstest in den DLR-Testanlagen in Bremen die herausfordernden Bedingungen eines Raketenstarts. Die Crew der ISS testet seit November 2019 die israelische Schutzweste – schließlich muss sie nicht nur in ihrer Funktion effektiv, sondern auch praktisch gut nutzbar sein. Am perfekten Sitz der Schutzweste bei Zohar hat das Team von Dr. Thomas Berger gemeinsam mit dem israelischen Partner im Kölner Labor schon gearbeitet. „Das kann man noch so schön mit Zeichnungen und Entwürfen planen, die Realität ist nochmal was anderes.“ Und auch wenn Helga und Zohar nur aus Scheiben und Kunststoff bestehen – bei ihrer Mission soll alles perfekt sein. Wie bei Astronautinnen aus Fleisch und Blut.

Manuela Braun ist für die strategische Kommunikation der Raumfahrtforschungsthemen verantwortlich.

EUROPAS ANTEIL AM ORION-RAUMFAHRZEUG

Das NASA-Raumerschiff Orion wird vom Europäischen Service-Modul (ESM) der europäischen Weltraumorganisation ESA angetrieben. Über vier Solarsegel versorgt es die Kapsel mit Strom. Außerdem lagern im ESM der Treibstoff sowie die Sauerstoff- und Wasservorräte für die Crew. Erst am Ende der Mission trennt sich das ESM von der Orion-Kapsel und verglüht in der Erdatmosphäre.

Deutschland finanziert circa 40 Prozent des ESM und ist damit größter europäischer Partner. Gesteuert wird der deutsche Beitrag vom Raumfahrtmanagement des DLR in Bonn.



2022 soll zum ersten Mal eine menschliche Besatzung an Bord der Orion zum Mond reisen