

Langzeitmissionen

Mit Bioreaktoren und 3D-Druckern zum Mars

Von *Holger Dambeck*

Eine bemannte Marsmission würde drei Jahre dauern - und tonnenschwere Fracht erfordern. Jetzt haben Forscher berechnet, wie es leichter werden könnte: Mikroben und 3D-Drucker sollen Spirit und Nahrung herstellen.

Wer perfekt nachhaltig leben möchte, könnte sich für einen Flug zum Mars bewerben. Bei derartigen Langzeitmission ist eine möglichst hundertprozentige Recyclingquote sämtlicher Abfälle und Abwässer unumgänglich. Außerdem müssen die Astronauten alle verfügbaren Ressourcen auf dem Mars nutzen, um beispielsweise Sauerstoff zu gewinnen.

Die besten Möglichkeiten für eine effiziente Nutzung der knappen Ressourcen könnte die Synthetische Biologie bieten. Genetisch veränderte Mikroben sollen aus dem Abwasser, das im Raumschiff anfällt, und Rohstoffen vom Mars Treibstoff für die Düsen und Eiweiß für den Speiseteller produzieren. Im Fachblatt **"Interface"** der britischen Royal Society rechnen Forscher detailliert vor, wie der Stoffkreislauf in einem Raumschiff und auf einer Station auf dem Roten Planeten aussehen könnte.

"Es gibt sehr viele Herausforderungen bei einer Marsmission", sagt Autor Amor Menezes von der University of California in Berkeley. Zu jedem Kilogramm Nutzlast im All müsse man 99 Kilogramm Raketen- und Treibstoffmasse hinzurechnen. Hinzu komme die lange Missionsdauer. "Wir schlagen einen neuen biologischen Ansatz vor, um diese Probleme zu lösen."

Treibstoff aus dem Reaktor

Der Flug zum Mars dauert 210 Tage. Die Astronauten müssten anschließend rund 400 Tage auf dem Roten Planeten bleiben, bis dessen Position im Verhältnis zur Erde wieder einen Rückflug innerhalb von 210 Tagen erlaubt. Menezes und seine Kollegen haben penibel erfasst, welche Mengen an Kohlendioxid, Urin und Abwasser bei Langzeitflügen anfallen. Allein beim Hinflug zum Mars sind das bei einer sechsköpfigen Besatzung 1,3 Tonnen Kohlendioxid durch die Atmung, 1,9 Tonnen Urin und drei Tonnen sonstige Abwässer.

Man könnte die Abwässer und Abgase theoretisch aus dem Raumschiff ins Weltall ausleiten. Doch sie müssen recycelt werden, damit die Nutzlast des Raumschiffs und die Missionskosten nicht zu groß werden. Aus CO₂, im Urin enthaltenen Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich sowohl Treibstoff, Nahrungsmittel, Biopolymere (Plastik) und Arzneimittel herstellen.

"Die Produktion von Medikamenten im All ist besonders wichtig", sagt Menezes. Wegen der kosmischen Strahlung alterten Arzneimittel viel schneller als auf der Erde. Sie müssten daher nach Bedarf im Raumschiff hergestellt werden. Der Forscher verweist auf ein kürzlich durchgeführtes Experiment, bei dem modifizierte Cyanobakterien das Schmerzmittel Paracetamol synthetisiert haben.

Astronauten könnten daher Kolonien verschiedener Mikroben in kleinen Bleidosen auf ihrem Flug mitnehmen. Das Blei schütze vor Strahlungsschäden. Bei Bedarf würde man die Mikroben dann aus der Dose nehmen und in einem Bioreaktor ihr Werk verrichten lassen.

Gesamtmasse der Rakete: 8,5 Tonnen

Bei dem länger als 400 Tage dauernden Aufenthalt auf dem Mars müssten die Astronauten natürlich auch sämtliche dort verfügbaren Ressourcen nutzen - etwa Stickstoff und CO₂ aus der Atmosphäre und Wassereis von den Polkappen des Planeten. Allein der Start zum Rückflug erfordert viel Treibstoff, der vor Ort synthetisiert werden muss. "Auf dem Mond wären nach einigen Grabungen Kohlendioxid, Stickstoff in Form von Ammoniak und Wasserdampf verfügbar", sagt Menezes.

Nach den Berechnungen seines Teams können kleine Bioreaktoren die Fracht für einen Marsflug deutlich reduzieren. Die Masse der Nahrungsmittel etwa würde von 3,5 bis 3,8 Tonnen auf nur noch 2,3 Tonnen

sinken. Die Reaktoren würden trockene Biomasse produzieren, ein Anbau von Pflanzen wäre dann gar nicht nötig.

Eine wichtige Rolle spielen nach Aussagen von Menezes auch 3D-Drucker. Mit ihnen ließen sich Bauelemente für die Marsbasis und Ersatzteile nach Bedarf fertigen. Die Biopolymere, die als Druckmaterial zum Einsatz kämen, kämen ebenfalls aus Bioreaktoren. Statt der geschätzten 11,4 Tonnen Ausgangsstoffe für Baumaterialien müssten die Marsreisenden nur 1,6 Tonnen mitnehmen, um sich ihre Marsbasis vor Ort auszudrucken.

Wenn sich alle Ideen zur Nutzung der Synthetischen Biologie umsetzen ließen, würde die Gesamtmasse des Marsraumschiffs bei etwa 8,5 Tonnen liegen, sagt Menezes. Am technischen Konzept tüftelt die Nasa bereits gemeinsam mit dem Luft- und Raumfahrtkonzern Lockheed Martin. "Orion" soll der Fracht- und Personentransporter heißen. Der erste unbemannte Testflug ist für Anfang Dezember geplant.

URL:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/mars-langzeitmissionen-mit-bioreaktor-und-3-d-drucker-a-1001022.html>

Mehr auf SPIEGEL ONLINE:

Fotostrecke: Überleben auf dem Mars

<http://www.spiegel.de/fotostrecke/langzeitmission-mars-synthetische-biologie-fotostrecke-120756.html>

Astronauten-Taxis: Die neue Flotte der Nasa (17.09.2014)

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/cst-100-und-dragon-die-neue-flotte-der-nasa-a-992107.html>

Prototyp: Nasa stellt neue Raumanzüge für den Mars vor (02.05.2014)

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/neuer-us-raumanzug-z-2-nasa-stellt-prototyp-fuer-mars-mission-vor-a-967221.html>

Nasa-Weltraumbahnhof Wallops: Glamour war gestern (11.07.2014)

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/us-raumfahrtprogramm-vom-nasa-raketenbahnhof-wallops-zur-iss-ins-all-a-974798.html>

Missionsplan: Nasa will einen Asteroiden einfangen (12.04.2013)

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/nasa-will-bis-2019-einen-asteroiden-einfangen-und-erdnah-aussetzen-a-893951.html>

Mehr im Internet

Boeing%3A%20%22CST-100%22

<http://www.boeing.com/boeing/defense-space/space/ccts/index.page>

SpaceX%3A%20%22Dragon%20V2%22

<http://www.spacex.com/news/2014/05/30/dragon-v2-spacexs-next-generation-manned-spacecraft>

Nasa%3A%20%22Apollo%22-Missionen%20

http://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/

%22Atlas%205%22

http://de.wikipedia.org/wiki/Atlas_V

Fachblatt "Interface" der Royal Society

<http://rsif.royalsocietypublishing.org/lookup/doi/10.1098/rsif.2014.0715>

Nasa: "Orion"

http://www.nasa.gov/mission_pages/constellation/orion/

SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Internetseiten.

© SPIEGEL ONLINE 2014

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH