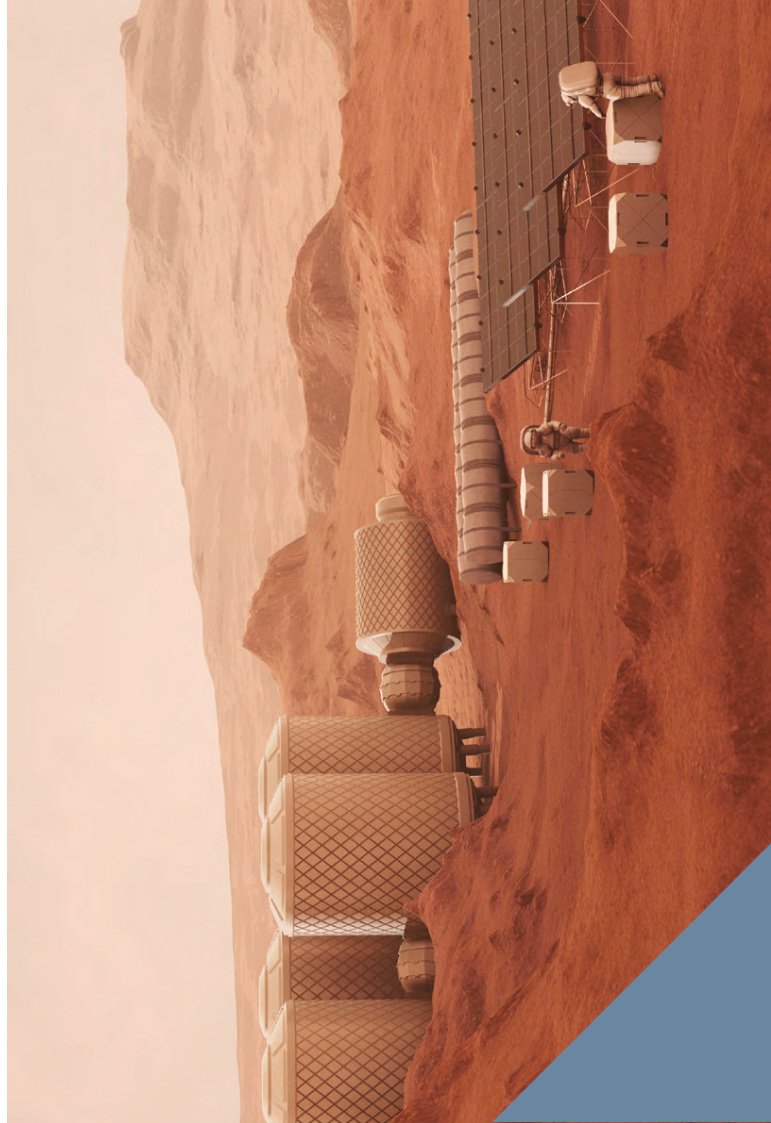


Überleben auf dem Mars

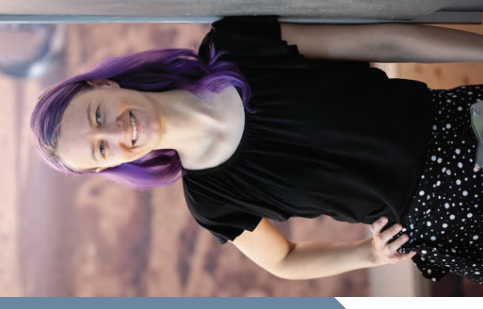
Aggressive Weltraumstrahlung, eine toxische Atmosphäre, Temperaturen von durchschnittlich minus 65 Grad Celsius, ein sehr geringer Umgebungsdruck: Die Lebensbedingungen auf dem Mars sind alles andere als freundlich. Für das Überleben in diesem extremen Umfeld forscht die Bremer Initiative „Humans on Mars“ an radikal neuen Lösungen, die auch den Menschen auf dem Planeten Erde zugutekommen sollen.

In den 2040er-Jahren könnte eine Mission mit Forschenden zum Mars Wirklichkeit werden.



95

Prozent der Atmosphäre des Mars bestehen aus Kohlendioxid.



Christiane Heinicke forscht an Wohnmodulen.

Wenn man darüber nachdenkt, Wohnmodule zu konzipieren, die von den Bewohner:innen über einen sehr langen Zeitraum nur sehr begrenzt verlassen werden können, dann hilft es, selbst einmal länger eingeschlossen gewesen zu sein. Christiane Heinicke hat zwölf Monate auf einer von der NASA errichteten Marsstation auf Hawaii verbracht, 2016 war das, mit fünf weiteren Menschen. Kontakte zur Außenwelt waren rar, der Austausch einer Botschaft mit der Kontrollstation nahm wie auf dem Mars 40 Minuten in Anspruch. Wenn sie einmal einen Fuß vor die Tür setzten konnte, dann natürlich nur im Raumanzug.

„Unser Ziel ist ein Konzept zu entwickeln, das auf dem Mars einsetzbar ist.“

Heute leitet die Geophysikerin selbst die Entwicklung einer künftigen Marsstation, ihre Erfahrungen aus Hawaii fließen in das Projekt mit ein. „Die Umgebung ist auf Dauer unheimlich monoton, dem Gehirn fehlt die Stimulanz“, erzählt die 37-Jährige. „Deshalb braucht es im Innenraum zum Beispiel flexible Formen und Farben. Aus eigener Erfahrung weiß ich, wie wichtig für eine Crew Gemeinschafts- und Rückzugsräume sind.“

Wie eine Unterwelt aussehen könnte, zeigt ein Modell eines Wohnmoduls, das im Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen steht, an dem Heinicke



Die zylindrische Form gleicht die Druckunterschiede am besten aus.

wissenschaftliche Mitarbeiterin ist. Es ist sieben Meter hoch, fünf Meter im Durchmesser und hat die Form eines Zylinders, der die Druckunterschiede am besten ausgleicht. Die sind gigantisch, etwa sechs Millibar beträgt der Druck auf dem Mars, in der Station ist es ein Bar. Eine metallene Hülle soll dazu beitragen, die Crew von sechs Personen vor der dünnen und giftigen Atmosphäre zu schützen. Sie besteht zu 95 Prozent aus Kohlendioxid, die Außentemperatur beträgt durchschnittlich minus 65 Grad Celsius. Fenster sucht man deshalb vergeblich.



Schlafen, arbeiten, essen: Die einzelnen Module haben unterschiedliche Funktionen.

Weil eine Crew nicht nur arbeiten, essen und schlafen muss, sondern sich auch entspannen soll, Sport treiben und einen Raum für Reparaturen braucht, plant Heinicke mit sechs Modulen. Abheben zum Mars werden sie jedoch nicht. „Unser Ziel ist, ein Konzept zu entwickeln, das auf dem Mars einsetzbar ist und das wir hier testen können“, erläutert die Wissenschaftlerin. Es soll nachhaltig das Überleben vor Ort und damit die Besiedelung des Mars ermöglichen. Oder wie Prof. Dr. Marc Avitia, Sprecher der Initiative „Humans on Mars – Pathway toward long-term sustainable exploration and settlement of Mars“ und Direktor des ZARM, formuliert: „Wir wollen mit unserer Forschung Wege aufzeigen, wie eine

dauerhafte Präsenz des Menschen auf dem Mars einen langfristigen Nutzen für die Menschheit erbringen und zugleich mit Umsicht und Rücksicht auf den roten Planeten erfolgen kann."

Sieben Monate dauert ein Flug von der Erde zum Mars, bis zu einhalb Jahre könnte ein erstes Team von Forschenden auf dem Planeten bleiben, ehe sich ein neues Zeitfenster für den Rückflug ergibt. In den 2040er-Jahren könnte eine derartige Mission Wirklichkeit werden. Doch wie die Besatzung mit Wasser versorgen, mit Energie, mit Nahrungsmitteln? Die Transportkapazitäten sind begrenzt, also kommt es darauf an, die vor Ort vorhandenen Ressourcen zu nutzen, möglichst nachhaltig und effizient. Eine Kreislaufwirtschaft ist das Ziel. „Wir brauchen für die Station zum Beispiel Lebenserhaltungssysteme, die Sauerstoff produzieren und Kohlendioxid binden“, sagt Heinicke.

Geforscht wird etwa an bioregenerativen Lösungen. Ein Team um die Wissenschaftler Dr. Cyrien Verseux und Prof. Dr. Sven Kerzenmacher hat eine geeignete Unterart von Cyanobakterien identifiziert, und zwar einer Blaualge. Gefüttert mit Marsstaub und Marsatmosphäre ist sie in der Lage, Sauerstoff zu produzieren und Biomasse zu bilden, die zur Herstellung von Nahrungsmitteln genutzt werden kann. In einem zweiten Schritt ist dem Team bereits die Anzucht von Entengrütze gelungen, einem nährstoffreichen Pflanzengewächs, das schnell wächst und durchaus essbar ist. Andere wiederum untersuchen, wie aus Regolith, dem staubigen Material der Marsoberfläche, mithilfe von Mikroorganismen, Kohlendioxid aus der Atmosphäre und Solarenergie Metall gewonnen werden kann.



Will Weltraumstrahlen zur Energiegewinnung nutzen: Dr. Katharina Koschek, Abteilungsleiterin Polymere Werkstoffe und Bauweisen am Fraunhofer IFAM.

60

Wissenschaftler:innen verschiedener Fachbereiche engagieren sich für die Initiative „Humans on Mars“.

Ein wichtiger Aspekt ist auch die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Roboter und künstliche Intelligenz sollen die Crew unterstützen auf ihrer langen Reise. Die Systeme müssen verlässlich, bedienerfreundlich, vor allem aber vertrauenswürdig sein. „Was ich an „Humans on Mars“ spannend finde, ist, dass es mehr ist als ein Ingenieurprojekt“, sagt Heinicke. „Denn wir brauchen nicht nur zuverlässige Technologien, sondern die Menschen müssen sich im Zusammenspiel mit der Technik wohlfühlen.“

So wurden bei der Konzeption der Wohnmodule auch Rat von Psycholog:innen, Verhaltensforscher:innen und Philosoph:innen eingeholt. Allein von der Universität Bremen engagieren sich 60 Wissenschaftler:innen verschiedener Fachbereiche für die Initiative, die vom MAPEX Center for Materials and Processes der Universität Bremen angestoßen worden ist. Aus der UBremen Research Alliance sind zudem das DLR-Institut für Raumfahrtssysteme, das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, das Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien IWT und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) mit ihrer Expertise beteiligt.

„Wir forschen an der Entwicklung von Werkstoffen, die vor der Strahlung schützen und diese gleichzeitig in Energie umwandeln.“

Gefördert wird die Initiative mit insgesamt sieben Projekten vom Land Bremen. Eines davon beschäftigt sich mit Materialien zur Energiegewinnung aus Weltraumstrahlung. „Wir forschen an der Entwicklung von Werkstoffen, die vor der Strahlung schützen und diese gleichzeitig in Energie umwandeln“, sagt Dr. Katharina Koschek, Abteilungsleiterin Polymere Werkstoffe und Bauweisen am Fraunhofer IFAM.



Der „Gravitower Bremen Prototype“ ermöglicht viele Hundert Experimente am Tag.

Die Strahlung auf dem Mars besteht vor allem aus Protonen, wie sie auf der Erde etwa in der Strahlentherapie zur Behandlung von Tumoren genutzt werden. Mit neuartigen Verbundwerkstoffen aus Keramik und Polymeren könnte diese Strahlung genutzt werden, um Energie zu erzeugen. „Unsere Vision ist die Entwicklung einer sehr dünnen Zelle, die als Kleidungsstück verwendet werden kann, Energie produziert und zugleich den Körper schützt“, erzählt Koschek.

Die Wissenschaftler:innen sind sich einig, dass die Forschung an Technologien für das Überleben auf dem Mars auch uns Erdlingen weiterhelfen wird.

An dem Vorhaben zur Energiegewinnung sind auch Forschende der Universität Bremen und des DLR beteiligt. Die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen sei einer der bereicherndsten Aspekte, findet die Chemikerin, die nach Studium und Promotion wieder nach Bremen zurückgekommen ist, weil sie die angewandte Forschung reizt. Das ist bei Christiane Heinicke ganz ähnlich. Sie hat es nach ihrer Hawaiierfahrung nach Bremen verschlagen, weil ihr in der Hansestadt die Möglichkeit geboten worden war, einen extraterrestrischen Lebensraum aufzubauen, und sie das Zusammenspiel der verschiedenen Wissenschaftsbereiche schätzt.

Die Wissenschaftler:innen sind sich einig, dass die Forschung an Technologien für das Überleben auf dem Mars auch uns Erdlingen weiterhelfen wird, zum Beispiel im Umgang mit dem Kohlendioxid. „Wir wollen es der Atmosphäre entziehen, um es als Rohstoff für den Kunststoff nutzen zu können“, sagt Koschek. Eine solche Entnahme von CO₂ habe auch bei der

Ein neuer Fallturm für Bremen

Seit 1990 ist der 146 Meter hohe Fallturm am Zentrum für Angewandte Raumtechnologie und Mikrogravitation (ZARM) ein weithin sichtbares Symbol für die „City of Space“, für die Weltraumstadt Bremen und die Forschung in der Schwerelosigkeit. 2022 kam ein mit 16 Metern vergleichsweise kleines Forschungslabor hinzu, das – anders als sein großes Gegenstück – ohne Vakuum funktioniert und daher viele Hundert Experimente am Tag ermöglicht. Dem „Gravitower Bremen Prototype“ könnte ein weiterer Turm mit einer Länge von 120 bis 130 Metern folgen.

Im Gravitower lassen sich Experimente bei Schwerelosigkeit und reduzierter Schwerkraft durchführen. So könnten beispielsweise Materialeigenschaften unter Marsgravitationsbedingungen untersucht werden.

Aber nicht nur für Experimente für „Humans on Mars“ sind die Falltürme interessant, sondern für Teams von Forschenden aus der ganzen Welt. Die Strahlkraft der naturwissenschaftlichen Forschung in Bremen werde durch einen großen Gravitower erheblich zunehmen, ist ZARM-Direktor Prof. Dr. Marc Avila überzeugt.

www.zarm.uni-bremen.de/de/fallturm