



Gut angezogen per Analogie zum Mars

Vom 1. bis 28. Februar 2013 simulierte das Österreichische Weltraum Forum in der nördlichen Sahara einen vierwöchigen Mars-Aufenthalt. Angeleitet und überwacht vom Mission Support Center in Innsbruck, wurden dabei in Mars-analoger Umgebung Experimente der Grundlagenforschung für zukünftige bemannte Marsmissionen durchgeführt, nicht zuletzt rund um den Aouda.X Raumanzugsimulator des ÖWF Innsbruck.

Autor: Ing. Peter Kemptner / x-technik

Digital erfolgt Speicherung und Abnahme der Tonsignale per CD oder mp3, bei der guten alten Vinyl-Schallplatte hingegen analog. Nichts mit solcher Digital- oder Analogtechnik zu tun hat die Analogforschung für künftige bemannte Raumflüge. „Bei der Mars-Analogforschung geht es vielmehr darum, auf der Erde Gebiete zu finden, in denen bezüglich einiger Umweltbedingungen Analogie zu den Verhältnissen auf dem Mars herrscht“, sagt Dr. Gernot Grömer. Er ist Vorstand des Österreichischen Weltraum Forums ÖWF und lehrt und forscht am Institut für Astro- und Teilchenphysik der Universität Innsbruck und leitete im Februar 2013 die Mars-analoge Feldsimulation in der nördlichen Sahara. „Unter solchen Bedingun-

gen gelingt die experimentelle Absicherung der Eignung von Material oder Technik für spezifische Einflussgrößen.“

Nicht nur direkt vergleichbar

Natürlich ist es immer nur ein kleines Subset an Bedingungen, die hier auf der Erde analog zu den Verhältnissen auf dem Mars sind. Andere – etwa die Schwerkraft – sind unveränderlich. Um die Simulationsbedingungen möglichst nahe an die Realität auf unserem sonnenferneren Nachbarplaneten anzunähern, greifen die Wissenschaftler tief in die Trickkiste: „Durch Weglassen von Einrichtungen, die in einer Umgebung



Wie hier in der mars-analogen Umgebung der Dachstein-Eishöhle dominieren auf dem Mars tiefe Temperaturen.



Mit dem Aufstellen der ÖWF Fahne in den analogen Mars Sand dokumentieren die Forscher ihre simulierte Ankunft auf dem roten Planeten. Alle Fotos © ÖWF / Katja Zanella-Kux.

mit atembarer Luft nicht zwingend benötigt werden, können wir etwa beim Raumanzug das Verhältnis zwischen Gewicht und Betätigungskraft auf Mars-Niveau bringen“, beschreibt Dr. Grömer eine Manipulation aus seinem engeren Tätigkeitsbereich, die Entwicklung des Marsflug-Simulations-Raumanzuges Aouda.X. „Bei geschlossenen Augen sollte der Astronaut außer dem Gewicht, das ihn nach unten zieht, keinen Unterschied bemerken.“

Analogie kann beispielsweise auch bedeuten, durch Begrenzung der Bandbreite für die Datenübertragung und Einfügen einer Übermittlungsverzögerung große Entfernungen zu simulieren. Schließlich beträgt der Abstand zwischen Mars und Erde zwischen 55 und 401 Millionen Kilometer, das sind 3 bis 22 Lichtminuten. Gegenüber der Signallaufzeit von knapp einer Hundertstelsekunde zwischen dem Mission Support Center in Innsbruck und den Astronauten in Marokko bringt das einige Hindernisse.



Nachrichten wie „Houston, we have a problem!“ erreichen erst mit drei bis 22 Minuten Verzögerung die Bodenstation. Marsanzüge benötigen daher ein hohes Maß an Eigenintelligenz, um ihren Trägern ein hohes Maß an Autonomie zu verleihen.

Verlagerung der Intelligenz

Missionskritisch ist bereits der Effekt, dass lebenswichtige Informationen möglicherweise zu spät ankommen. „Da die wenigsten Menschen hellseherische Fähigkeiten haben, reagieren wir auf diese Problematik nicht mit frühzeitigen, prophylaktischen Meldungen, sondern mit der Verlagerung lebenswichtiger Entscheidungen an den Ort des Geschehens“, sagt Dr. Grömer. „Wir statten die Raumanzüge mit mehr Intelligenz aus, um die Autonomie der Astronauten zu erhöhen.“

Das hat den Zugang zum Thema bemannter Raumflug seit den Mondmissionen der 1960er-Jahre völlig verändert. In Analogie zu den von Großrechneranlagen beherrschten Computer-Strukturen auf der Erde waren damalige Raumschiffe und Raumfahrer reine Befehlsempfänger der mit hunderten Leuten besetzten Ground Control. Mars-analoge Systeme erinnern eher an heutige Netzwerke mit verteilten Systemen, die lediglich für Zwecke der Verwaltung, Dokumentation und Datenunterstützung mit einem Server-ähnlichen Mission Support Center verbunden sind.

Raumanzug ≠ Raumanzug

Auch der Raumanzug muss für eine Mars-Mission völlig anders gebaut sein als für eine Landung auf dem Mond. In einem Apollo-Anzug würde kein Marsreisender sehr lange überleben. Entscheidend ist dafür nicht die etwa doppelt so hohe Anziehungskraft (1/3 statt 1/6 des irdischen Wertes). Auch die Atmosphäre macht nicht den großen Unterschied aus, denn sie ist extrem dünn und bietet ebenso wie das fehlende Magnetfeld kaum Schutz gegen kosmische Einflüsse. „Der größte Feind des Raumfahrers ist der Staub“, weiß Dr. Grömer. „Der ist auf dem Mars besonders feinkörnig, teilweise toxisch und hoch-abrasiv und wird vom Wind herangetragen.“

Weniger heftig als auf Luna fallen hingegen die Temperaturunterschiede aus. Die Tiefstwerte erreichen -70° C, tags- ➔

über können Hitzewellen Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt bringen. Dementsprechend ist Aouda.X für einen Temperaturbereich von -100°C bis $+35^{\circ}\text{C}$ geeignet. Auch die Lebensdauer eines marstauglichen Raumanzuges muss deutlich über der für ein mondgängiges Modell liegen. Zum einen liegt die Entfernung ziemlich genau um den Faktor 1.000 höher, sodass Ersatzlieferungen nicht in Frage kommen. Zum anderen aber ergibt sich durch die mit 668,6 Tagen sehr lange Marsumlaufbahn nur etwa alle zwei bis drei Jahre eine günstige Konstellation für den Flug, was eine recht lange Aufenthaltsdauer erzwingt.

Tragbares Raumschiff

Auch wenn er nicht für den Einsatz im freien Raum gedacht ist, handelt es sich bei Aouda.X nicht um einen passiven Anzug, sondern um ein mechatronisches Gebilde, das in ihm steckenden Raumfahrern aktiv eine Umgebung schafft, in der diese nicht nur von der lebensfeindlichen Umwelt abgeschottet sind, sondern auch gut arbeiten können. Dazu befindet sich einige Intelligenz im Anzug, die diesen zum virtuellen Assistenten macht. So ist zum Beispiel für ei-



Dr. Gernot Grömer vom Österreichischen Weltraum Forum: „Der Aouda.X ist ein tragbares Raumschiff. Die Entwicklung solch komplexer raumfahrt-tauglicher Ausrüstung ist nicht zuletzt auch eine mechatronische Herausforderung und erfordert vernetztes Denken.“

nige Funktionen eine Sprachsteuerung implementiert. Diese muss härteren Anforderungen genügen als das beispielsweise bei Mobiltelefonen der Fall ist, denn erstens sind die vom Anzug selbst verursachten Nebengeräusche ausblenden und zweitens muss die Befehls- umsetzung zuverlässig funktionieren, da Interpretationsfehler tödlich sein können und bei dringenden Kommandos eventuell keine Zeit für eine Wiederholung zur Verfügung steht.

Wichtig ist bei allen Entwicklungsanstrengungen die Abwägung zwischen Notwendigkeit, Ausfallsicherheit und Gewicht sowie Energieverbrauch. So werden an sich hilfreiche Zusätze wie ein die Muskeln unterstützendes Exoskelett nicht realisiert, während Beschleunigungssensoren in den Hand- schuhfingern samt Vorverarbeitung für die Gestiksteuerung im Aouda.X zum Standard gehört.

Gefragt ist interdisziplinäres Denken, denn neben elektronischen und mecha- nischen Überlegungen sind auch me- dizinische Aspekte zu berücksichtigen. „Mechatroniker verfügen über eine ver- netzte Denkweise, die diesen Anfor- derungen sehr gut entspricht, und haben meist auch viel Ahnung von Projektma- nagement“, weiß Dr. Grömer. „Deshalb sind sie die erste Wahl, wenn wir Mitar- beiter rekrutieren.“ Die durch Labor- Arbeit in Innsbruck und durch Teilnahme an Mars-analogen Forschungsexkursi- onen auf der Erde dem roten Planeten immer wieder ein kleines Stück näher kommen.



Die geringere Schwerkraft auf dem Mars wird simuliert, indem der Anzug auf dasselbe Ver- hältnis zwischen Gewicht und Betätigungskraft wie auf unserem Nachbarplaneten getrimmt wird. Sichtbar wird das in Kurven, wo der Astronaut bei gleicher Geschwindigkeit mehr Querbeschleunigung erfährt und entsprechend gegensteuern muss.

Österreichisches Weltraum Forum

Büro Innsbruck
c/o Institut für Teilchenphysik

Universität Innsbruck
Technikerstraße 21a
A-6020 Innsbruck
Tel. +43 512-507-34700
www.oewf.org