

# Reise zum Mars: Medizinische und biologische Aspekte

von Augusto Cogoli, Zero-g LifeTec GmbH, Zürich

Seit den ersten Erfolgen der bewohnten Raumfahrt in den 60er Jahren denkt man konkret an einen Flug mit Menschen zum Mars. Während in den 80er Jahren ein solches Unternehmen vor 2010 realisierbar schien, ist man heute, nach einigen Rückschlägen (wie z.B. die Katastrophe der Raumfähren Challenger in 1986 und Columbia in 2003), vorsichtiger geworden. Obwohl eine Mission zum Mars und zurück technisch machbar scheint, gibt es noch erhebliche medizinische Probleme zu überwinden. Die Reise dürfte, je nach Flugprofil und Dauer des Aufenthaltes auf dem Mars, zwischen zwei und drei Jahren dauern. Nach fast 50 Jahren Raumfahrt haben wir gelernt, dass der Mensch für längere Zeit (bis 437 Tage) im schwerelosen Raum ohne gesundheitliche Schäden leben und arbeiten kann. Trotzdem, treten physiologische Veränderungen auf, die beim Flug zum Mars gravierende Folgen haben könnten. Die wichtigsten sind: Knochenschwund, Abschwächung des Immunsystems und Schäden durch kosmische Strahlung. Zudem werden bei einem Flug zum Mars andere Probleme auftreten, wie schwere psychologische Belastung, aber vor allem die Unmöglichkeit einer raschen Rückkehr zu Erde und Kommunikations-Verzögerungen zwischen Raumschiff und Bodenstation im Falle einer medizinischen Notsituation. Telechirurgie wird durch die Distanz Erde-Mars verunmöglicht. Da die Entfernung zwischen den zwei Planeten, je nach relativer Position, zwischen 56 und 399 Millionen km beträgt, braucht die Übermittlung eines Signals eine Zeit von 3 bzw. 22 Minuten.



**Citizenship:** Swiss and Italian citizen  
**University:** 1965: Ph.D. in Organic Chemistry - University of Pavia, Italy  
 1974: Ph.D. in Biochemistry - Dr. Sc. Techn. - ETH-Zurich  
**Present Position:** Executive Director of Zero-g LifeTec, a spin-off company of the ETH Zurich

## Professional Activity

1965-67 Research fellow at the University of Pavia. Organic Chemistry  
 1965-69 Postdoctoral fellow at the University of Zurich. Enzymology.  
 1970-73 Assistant at the ETH-Zurich. Enzymology. Membrane proteins structure and function.  
 1974 Visiting scientist at the Weizmann Institute of Science, Rehovot. Cellular immunology.  
 1975-2004 Scientific Adjoint and lecturer of Immunology at the ETH-Zurich. Cellular immunology.  
 1977-2004 Director of the Space Biology Group of the ETH-Zurich. Cell Biology, Immunology, Bioprocessing and Technology in Space.  
 2000-2004 Director of BIOTESC, Biotechnology Space Support Center at the ETHZ  
 1978 Visiting Professor at the Rockefeller University (With Prof. Günter Blobel), New York (5 months). Cell biology: Signal peptides in membrane proteins.  
 1984-1988 Visiting Professor («Professore a contratto») of Chemical Immunology at the University of Sassari, Italy.  
 1993 Visiting Professor (3 months) at the Nagoya University, Research Institute of Environmental Medicine.  
 2004-present Executive Director of Zero-g LifeTec, a spin-off company of the ETH Zurich

## Experience in Space Biology, Immunology and Technology

Principal investigator of 20 space flight experiments  
 Developer of several instruments for space laboratories  
 Member and chairman of several national and international committees on space activities  
 Author of more than 170 publications in international journals  
 Editor and member of the editorial board of journals and books dedicated to space biology

Andererseits ist, den Umständen entsprechend, eine leistungsfähige medizinische Versorgung geplant. Diese beinhaltet Tele-Diagnostik, einfache chirurgische Eingriffe (bis zu Blinddarm-Entfernung), Medikamente, Instrumente zur Behandlung von Knochenbrüchen und Wunden. Für die Sterilisation von chirurgischen Instrumenten wird wahrscheinlich, ähnlich wie auf der internationalen Raumstation ISS, ein Ozonisator verwendet werden.

Die lange Reise zum Mars und zurück wirft auch bedeutende ethische Fragen auf, mit denen sich von der NASA eingesetzte Expertenkommissionen ernsthaft beschäftigen. Zum Beispiel, was tun mit einem todkranken Astronaut der wichtige Ressourcen wie Sauerstoff, Energie und Wasser verbraucht? Wie reagiert die Besatzung bei einem Todesfall? Falls Geschlechtsgemischte Besatzungen fliegen, wie stellt man sich zu Liebesbeziehungen bis zum Geschlechtsverkehr?

Die grossen Raumfahrtagenturen, wie die NASA, die ESA, die Russische und die Chinesische Agentur, beschäftigen sich zum Teil im Alleingang, zum Teil in Zusammenarbeit,

mit der Erforschung und Eroberung des Mars. Gemäss heutiger Planung ist als erstes für 2020 die Rückkehr zum Mond mit dem Aufbau von permanent bewohnten Siedlungen vorgesehen. Weiter wird 2015-2035 die Mars-Exploration mit immer leistungsfähigeren automatischen Sonden fortgesetzt, wobei eine dieser Sonden in 2035 Bodenproben von Mars zurückbringen soll. Ein bemannter Flug wird nicht vor 2040 stattfinden.

Neben den medizinischen Aspekten werden gegenwärtig folgende Themen bearbeitet: die Entwicklung von Lebenserhaltungssystemen basierend auf der Wiederverwertung von CO<sub>2</sub>, Abwasser (z.B. Urin) und organischen Abfällen, von «psychologischen Werkzeugen», von Energiesystemen (solare sowie nukleare), von Raumschiffen und Mars-Habitatmodulen. Concordia ist eine antarktische Station in welcher ein Teil dieser Aspekte untersucht wird. Von besonderem Interesse ist das europäische Projekt MELISSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative) in welchem Organismen wie Spirulina, ein multizelluläres Cyanobakterium, und höhere Pflanzen für die Herstel-

lung von hochwertigen Nährstoffen in einer Anlage, bestehend aus verschiedenen Bioreaktoren, gezüchtet werden. Dabei werden auch sauberes Trinkwasser und Sauerstoff produziert.

Die Eroberung des Mondes und, später, des Mars sind die ersten Etappen zur Ausweitung der Exploration ausserhalb des Sonnensystems. Bis heute sind mehr als 200 extrasolare Planeten entdeckt worden. Es ist anzunehmen, dass in unserer Galaxis, die Milchstrasse, Planeten existieren, die irdisches Leben erlauben können. Andererseits ist es denkbar, dass auf solchen Planeten sich andere Lebensformen entwickeln könnten. Seriöse und visionäre Wissenschaftler haben berechnet, dass es möglich wäre, den Mars zuerst mit Gräsern und dann mit Bäumen zu bepflanzen, so dass in einer Zeitspanne von 400 Jahren der rote Planet für Menschen bewohnbar gemacht wird. Eine andere Projektion in die ferne Zukunft sagt voraus, dass in etwa fünf Millionen Jahren (nur ein kurzer Augenblick in der Geschichte der Evolution) die ganze Milchstrasse durch unsere Nachkommen besiedelt sein wird. ■

## Hygicult® On – Reinigungskontrolle in Sekundenschnelle

Hygicult® On wird überall dort eingesetzt, wo die Reinigungsleistung sofort zu beurteilen ist und eine bakteriologische Abklärung zu viel Zeit in Anspruch nimmt.

Die Indikatorfelder von Hygicult® On verfärben sich sofort von gelb nach (blau)grün, wenn die Reinigung ungenügend ist.



**ALMEDICA**  
MEDICAL DIAGNOSTICS & HYGIENE

Almedica AG · Guglera 1 · 1735 Giffers  
Telefon +41 (0)26 672 90 90  
Fax +41 (0)26 672 90 99  
office@almedica.ch · www.almedica.ch