

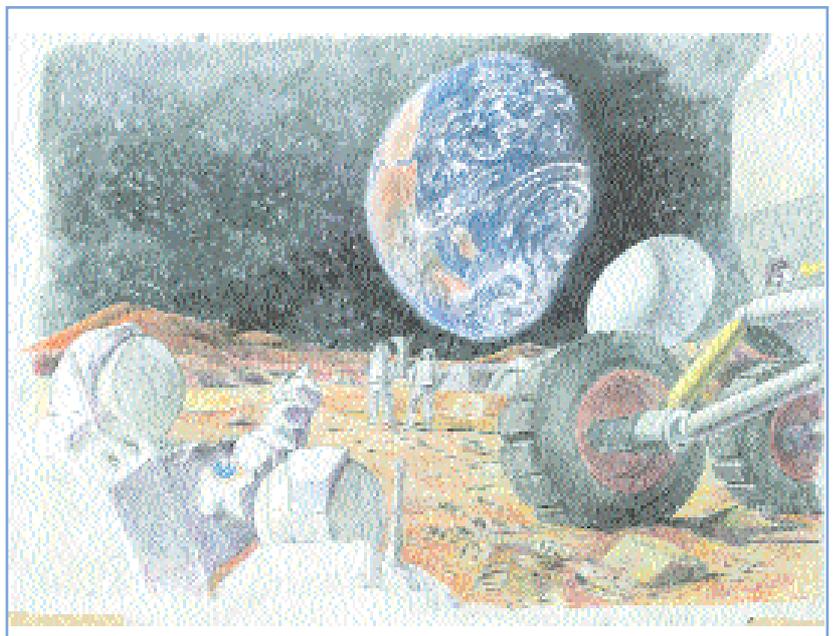
Die Internationale Raumstation wird in punkto bemannte Raumfahrt auch in den kommenden 20 Jahren im Mittelpunkt des menschlichen Interesses stehen. **Aber was kommt danach?** Da draußen wartet ein unendliches Universum nur darauf, von uns entdeckt zu werden! Und wenn wir ehrlich sind, haben die Astronauten, die an Bord der ISS in einer Entfernung von 400 km über der Erde fliegen, gerade mal den kleinen Zeh in den unendlich weiten Ozean des Weltraums getaucht... Doch die ESA und andere Raumfahrtorganisationen haben bereits damit begonnen, Pläne zu machen, die auf lange Sicht auch Missionen des Menschen in entlegene Bereiche unseres Sonnensystems vorsehen.



Wo soll uns die nächste Reise ins All also hinführen? Wenn wir uns das Weltall als riesigen Ozean vorstellen, dann ist natürlich der Mond für uns die nächste Insel. Er wurde zuletzt im Dezember 1972 von Menschen betreten, als die letzten amerikanischen Apollo-Astronauten sein Hochland erkundeten. Deswegen ist der Mond jedoch bei den Wissenschaftlern während der letzten 30 Jahre keineswegs in Vergessenheit geraten, ganz im Gegenteil. Erst in den 90er Jahren haben verschiedene Raumsonden interessante Informationen vom Mond auf die Erde gefunkt, anhand derer

zukünftige Missionen nicht nur einfacher, sondern auch nutzbringender sein werden.

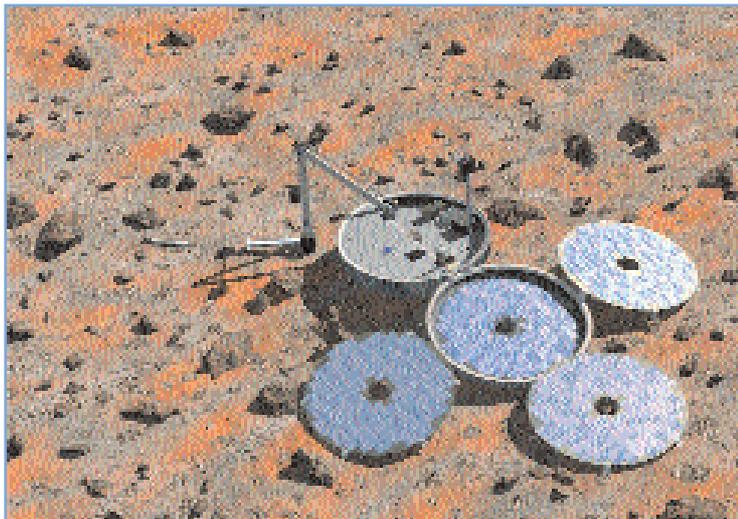
Was Wissenschaftler bisher verzweifelt aber vergebens gesucht haben, ist die Existenz von Wasser auf dem Mond. Nach neuesten Erkenntnissen gibt es jedoch Hoffnung. Es scheint unter der absolut windstillen und scheinbar knochentrockenen Oberfläche in den ewigen Schatten der tiefen Krater nahe der Mondpole eingefroren zu sein. Das Wasser stammt, so vermutet man, höchstwahrscheinlich noch von Kometeneinschlägen, die mehrere Millionen Jahre zurückliegen – was es für die Wissenschaft natürlich äußerst kostbar macht. Kometen bestehen aus denselben Originalsubstanzen, aus denen das Sonnensystem vor fünf Billionen Jahren entstanden ist. Es wäre natürlich fantastisch, wenn wir eine Kostprobe davon quasi vor unserer eigenen Tür finden würden.





Dieses Wasser könnte uns den Weg zur Errichtung einer **Mondbasis** ebnen. Astronauten könnten Sonnenenergie in Sauerstoff umwandeln, sogar in Treibstoff. Und zumindest würden Wasservorkommen auf dem Mond uns den kostspieligen Transport des kostbaren Nass von der Erde ersparen.

Für eine wirklich funktionelle Mondbase müssten wir allerdings auch neue Raketen und Landungsfahrzeuge entwickeln, diese Technologie ist jedoch nicht nur für Missionen zum Mond sinnvoll, sondern auch für die Exploration entfernterer Regionen des Universums: geradewegs zum **Mars**. Der rote Planet hat Wissenschaftler und Ingenieure wie kaum ein anderer schon ganz zu Beginn des Raumfahrtzeitalters fasziniert. Die ersten Marssonden, die bereits in den 60er und 70er Jahren von ihren Erkundungsflügen zurückkamen, waren ein spektakulärer Schritt in die richtige Richtung, doch leider wurden jegliche Hoffnungen auf



irgendwelches Leben auf unserem Nachbarplaneten jäh zerstört. Auf dem Mars herrscht unvorstellbare Kälte, es wird nie wärmer als 15°C , nicht einmal am Äquator zur Sommersonnenwende. In Winternächten fällt das Thermometer sogar auf bis zu -130°C . Die Atmosphäre besteht zu 95% aus Kohlendioxid und ist zudem viel zu dünn, um die Oberfläche vor der ultravioletten Strahlung der Sonne zu schützen.

Nachfolgende Sonden haben optimistischere Ergebnisse gebracht. Die von Raumfahrzeugen aufgenommenen Fotos – es wurde vom gesamten Planeten eine Karte erstellt – zeigen, dass auf der kargen Marsoberfläche einst Wasser floss. Dies beweist definitiv, dass auch das Klima auf dem Planeten früher wesentlich wärmer war. Und obwohl es heute kein Leben auf dem Mars gibt, muss das nicht immer so gewesen sein. Erste Anzeichen hierfür hat man in Form von fossilen Bakterien in einem ursprünglich vom Mars abgespaltenen Meteoriten gefunden, und es ist davon auszugehen, dass noch viele mehr auf dem Mars selbst zu finden sind. Dabei wird sich die Wissenschaft auch nicht nur auf Fossilien konzentrieren müssen, denn zumindest ein Teil des Wassers von damals ist möglicherweise immer noch vorhanden, eingeschlossen unter der Marsoberfläche. Wenn dem so ist, besteht die begründete Hoffnung, dass auch

5 – Zukünftige Missionen

damals existierende Lebensformen mit diesem unter die Marsoberfläche verschwunden sind – auf der Erde gibt es ganz bestimmt Bakterien, die unter solchen Bedingungen lustig weiterleben würden.

Die Suche nach **extraterrestrischem Leben** ist tatsächlich einer der Hauptgründe für weiterreichende Explorationen im Universum. Wenn es uns gelänge, außer dem menschlichen Leben noch andere Lebensformen zu entdecken, so wäre dies sicher die revolutionärste wissenschaftliche Entdeckung aller Zeiten! Und es ist ziemlich wahrscheinlich, dass irgendwo da draußen Leben existiert, schließlich ist das Universum riesengroß. Es gibt allein in unserer **Galaxie** über 100 Billionen Sterne und womöglich sind mindestens genau so viele Galaxien in der unendlichen Weite des Weltalls verstreut. Dennoch waren **Astrobiologen** (Wissenschaftler, die sich vorwiegend mit außerirdischem Leben beschäftigen) bis vor Kurzem in Bezug auf mögliche Lebensformen in unserem Sonnensystem, das heißt außerhalb der Erde, keineswegs optimistisch. Gerade durch die in den letzten Jahren gewonnenen neuesten Erkenntnisse hat sich das Blatt allerdings dramatisch gewendet.

Biologen haben anhand von Untersuchungen auf der Erde herausgefunden, dass manche Lebensformen viel resistenter sind, als die Wissenschaft gemeinhin annahm. Man entdeckte, dass manche irdischen Mikroorganismen auch unter erstaunlich harten Lebensbedingungen prächtig gedeihen. Weit unter den Ozeanen in der Nähe von Vulkanschloten, die auch als „schwarze Raucher“ bekannt sind, existieren und vermehren sich bestimmte Mikroben auch noch bei Temperaturen von über 110 Grad Celsius – manche Wissenschaftler behaupten sogar bei bis zu 170 Grad. Andere können selbst in einem sauren Umfeld überleben, in dem sich z.B. menschliche Haut sofort zersetzen würde. Wiederum andere leben gemütlich im heißen Felsgestein mehrere Kilometer unter der Erdoberfläche. Manche von ihnen bevorzugen extreme Kälte: Antarktische Lebensformen können es z.B. im ewigen Eis fabelhaft aushalten.

Zwischenzeitlich haben Raumsonden viele Regionen in unserem Sonnensystem auffindig gemacht, in denen derartige extremophile - „Extreme liebende“ Organismen gut gedeihen

und sich vermehren könnten. Falls es denn auf dem Mars besagte „Flüsse unter der Oberfläche“ gibt, wären diese ein idealer Lebensraum, es gibt aber auch noch viele andere Orte. In einer Entfernung, die etwa das Fünffache der Entfernung zwischen Sonne und Erde beträgt, umkreist der Mond Europa den riesigen Planeten Jupiter. Er scheint unter seiner Oberfläche einen flüssigen, salzigen Ozean zu bergen – also ideale Lebensverhältnisse. Und wenn wir uns an dem orientieren, was uns über die widerstandsfähigsten Lebensformen der Erde bekannt ist, so müssten Mikroben immerhin im Innern mancher Kometen überleben können.



5 – Zukünftige Missionen

Wenn wir uns jedoch nicht auf die Suche begeben, werden wir niemals **Antworten auf unsere Fragen** bekommen. Es wird natürlich ein Weilchen dauern, entsprechende Technologien zu entwickeln, die so weit fortgeschritten sind, einen wirklich langfristigen bemannten Weltraumflug zu realisieren. Dazu wird man sicherlich leistungsfähigere und effizientere Raketen benötigen sowie Lebenserhaltungssysteme, die dem Menschen das Überleben in einer relativ komfortablen Umgebung auch in großen Entfernungen von den Erde über lange Zeit ermöglichen. Bevor jedoch die ersten Menschen ihren Fuß auf weitere Planeten oder Asteroiden setzen, müssen wir zunächst genauestens untersuchen, was uns dort erwartet. Beispielsweise wie gefährlich die dortige Strahlung ist, welche Gefahren und Vorteile die ungewohnten Lebensbedingungen in den Weiten unseres Sonnensystems für uns bergen.

Dazu werden wir natürlich zunächst einmal unsere modernsten Roboter ausenden, die mit hochentwickelten Sensoren und extrem leistungsfähigen Telekommunikationssystemen ausgestattet sind. Es besteht natürlich nach wie vor kein Zweifel daran, dass Menschen im Gegensatz zu Robotern die besseren Forscher sind, und so trainieren wir den langfristigen Aufenthalt im Weltraum weiterhin durch unsere Projekte an Bord der ISS. Auf die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen wird es eines Tages entscheidend ankommen, wenn der Mensch vielleicht in zwanzig oder dreißig Jahren so weit sein wird, um auch in tiefere Regionen des unendlichen Universums vorzudringen.