

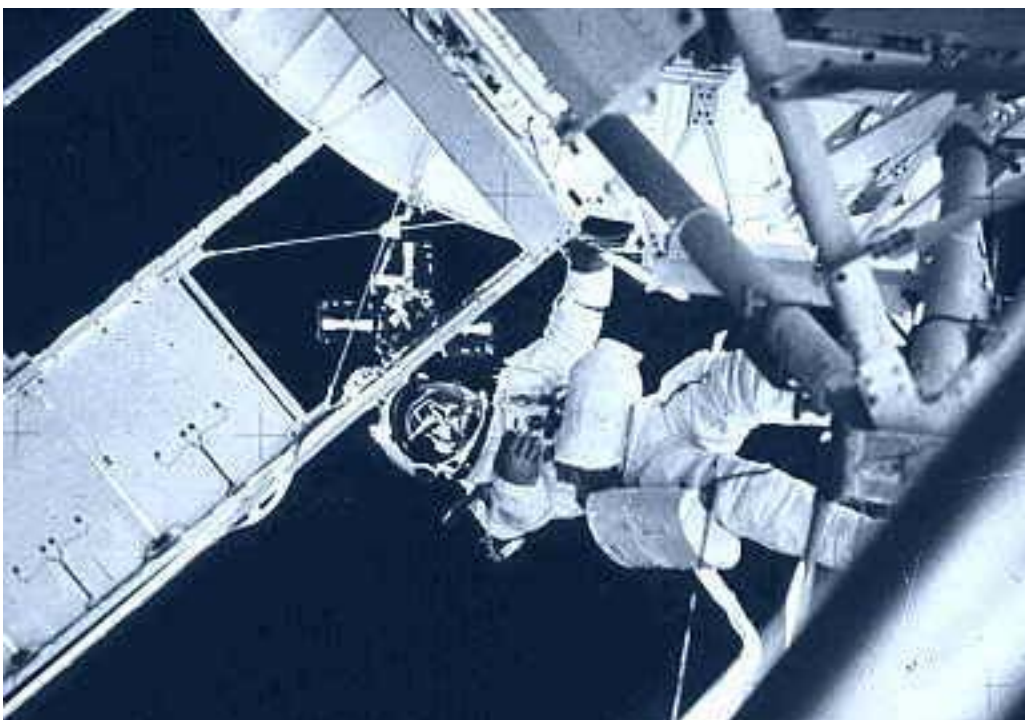
Die Probleme der bemannten Raumfahrt

© 1998 Dieter Vogl ; veröffentlicht in EFODON-SYNESIS Nr. 26/1998

Seit der Mensch versucht, mit bemannten Expeditionen den erdnahen Raum zu erobern und dabei zwangsläufig immer längere Aufenthalte im Raum einkalkulieren muss, treten verstärkt, vor allem auf medizinischem Gebiet, erhebliche Probleme auf. Jede raumfahrende Nation, will sie Menschen auf eine längere Raumreise schicken, muss sich mit diesen Problemen eingehend befassen. Vor allem dann, wenn die Raumreise, wie im Falle einer Expedition zum Mars, über einen Zeitraum von mehreren Jahren andauert, müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit die Besatzung eines Raumschiffes nicht jenen sonderbaren Krankheitsbildern ausgesetzt wird, die wir im weitesten Sinne Raumkrankheit nennen.

In letzter Zeit ist diese Frage, wo die Ursachen der Raumkrankheit liegen, wieder aktueller denn je geworden: Einerseits, weil die NASA die Reise zum Mars fest ins Auge gefasst hat. Andererseits, weil der Bau der neuen Raumstation in absehbarer Zeit erfolgen wird. Beide Projekte stehen im engen Zusammenhang mit der Schwerelosigkeit, und diese wird im allgemeinen als Auslöser der Raumkrankheit betrachtet.

In diesem Zusammenhang hat sich die NASA ihres ersten Astronauten, John Glenn, erinnert. Mit seinen 76 Jahren wird er an der nächsten Raummission der NASA teilnehmen. Glenn, der sich selbst als Versuchskaninchen bezeichnet, soll den Wissenschaftlern helfen, jene Lücken zu füllen, die immer noch im Bereich der Raumkrankheit im Wissensumfang der Wissenschaft klaffen. Besonders interessant ist der Veteran der Raumfahrt deshalb, weil er ein Alter erreicht hat, an dem beim Menschen auch ohne Schwerelosigkeit jene Effekte auftreten, die zum Umfang der Raumkrankheit gehören.



Eine falsche Ansicht

Obwohl viele Menschen, vor allem aufgrund annähernd identischer Symptome, der Meinung sind, die Raumkrankheit wäre mit der Seekrankheit vergleichbar und womöglich mit einigen Pillen auszukurieren, stehen die Wissenschaftler im Zusammenhang mit diesem Phänomen vor den allergrößten Problemen. Die größten Sorgen bereitet den Forschern in diesem Punkt, dass die Raumkrankheit nicht pauschal betrachtet werden kann, denn sie hat nicht nur mannigfaltige Ursachen, sondern dadurch natürlich auch verschiedene Auswirkungen. Demzufolge ist es für die bemannte Raumfahrt von allergrößter Wichtigkeit, dieses sonderbare Phänomen in den Griff zu bekommen. Aufgrund dessen, dass von der NASA die ersten bemannten Reisen zum Mars um das Jahr 2010 geplant sind, ist dieser Gesichtspunkt besonders wichtig.

Alle raumfahrenden Nationen führen deshalb auf diesem Gebiet, um die Schwierigkeiten auf diesem Sektor der Raumfahrt erfolgreich bekämpfen zu können, umfangreiche Untersuchungen und Experimente durch. Diese Anstrengungen zielen, im Hinblick auf eine bemannte Marsmission, vornehmlich darauf ab, dass dem Menschen ein Langzeitaufenthalt im All ohne bleibende körperliche Schäden ermöglicht wird. Letztlich ein schwieriges Unterfangen, weil, dies weiß man heute aufgrund der bisherigen Forschungsarbeit ganz genau, einige Auswirkungen der Raumkrankheit in bestimmten Sektionen nahezu irreversibel sind.

Ein Irrtum

Es ist in dieser Hinsicht sogar ein großer Irrtum, anzunehmen, dass Menschen, je länger sie im Raum sind, sich an die dort vorherrschenden Verhältnisse anpassen. Ganz das Gegenteil ist sogar der Fall, denn offenbar passt sich der Mensch nur unter den allergrößten Schwierigkeiten an die kosmischen Bedingungen im erdnahen Raum an. Zwar geht das Schwindelgefühl, das verstärkt besonders in den ersten Tagen auftritt, weitgehend zurück, doch können Rückfälle in dieses Krankheitsbild nicht gänzlich auszuschließen sein. Bei besonders anfälligen Menschen wiederholt es sich sogar ständig und stellt deshalb eine kontinuierliche Gefahr für die Raumfahrtbesatzung und den Ablauf einer Mission dar.

Neben diesen sichtbaren Auswirkungen der Raumkrankheit gibt es eine Reihe von Aspekten, die beispielsweise auf den Hormonhaushalt des Körpers einwirken und quasi im Hintergrund ablaufen. Solange sich der Astronaut jedoch im Raum befindet, fallen diese jedoch, vor allem wegen der Schwerelosigkeit, kaum auf. Die Astronauten werden, dies wurde anhand unzähliger Versuche hinreichend verifiziert, auf diese Auswirkungen erst nach ihrer Rückkehr auf die Erde aufmerksam.

Eingehende Forschungen

Durch eingehende Untersuchungen haben Forscher festgestellt, dass bei einem längeren Aufenthalt im Raum beispielsweise ein Knochensubstanzverfall eintritt. Dieser hat in der Schwerelosigkeit, hauptsächlich weil kein nennenswertes Gewicht auf den Gliedmaßen des Astronauten lastet, kaum Konsequenzen. Aus nachvollziehbaren Gründen treten die Schwierigkeiten für den Astronauten in diesem Punkt deshalb auch erst nach seiner Rückkehr zur Erde auf.

Die Schwierigkeit ist jedoch nicht alleine auf den Knochensubstanzverfall beschränkt. Die wahre Schwierigkeit besteht vielmehr in der Tatsache, dass dieser Vorgang nach dem

Raumflug nicht sofort behoben werden kann und es oft sehr lange dauert, bis sich der Körper wieder messbar regeneriert hat. Dies kann sogar so weit gehen, dass die endgültigen Resultate der Wiedergewinnung der Knochenmasse immer unter den ursprünglichen Werten der Astronauten bleibt. Insofern haben die Untersuchungen nicht nur medizinischen Erkenntnissen erbracht, sondern auch eine Vielzahl neuer Fragen aufgeworfen, die allesamt beantwortet werden müssen.

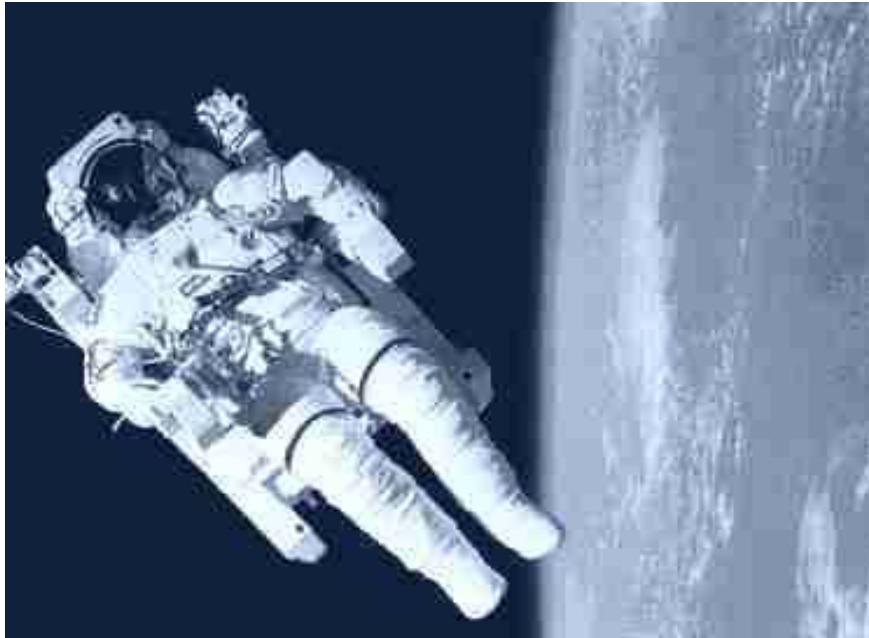
Obwohl die Wissenschaft diese Fragen nicht gerne hört, muss sie sich dieselben gefallen lassen, weil die derzeitigen Voraussetzungen unbedingte Aufklärung darüber fordern, ob der Mensch ein taugliches Wesen für das All ist. Wobei es die große Frage ist, ob es überhaupt ein Wesen gibt, welches in der permanenten Schwerelosigkeit des Raumes einen angemessenen Lebensraum findet. Denn gerade das Phänomen des Knochenschwunds trat ja nicht nur beim Menschen auf, sondern auch bei den ersten „Raumfahrern“, den Hunden und Affen.

Während sich die leitenden Stellen der ehemaligen UdSSR mit ihren ständigen Langzeitversuchen im Kosmos eine umfassende Klärung erhoffen und dabei alle bestehenden Rekorde gebrochen haben, wird in den USA ebenso an der Beantwortung dieser Frage eifrig gearbeitet. Das Resultat dieser äußerst wichtigen Studien ist die erschreckende Feststellung, dass sogar schon bei kürzeren Raumflügen, wenn auch minimal, aber dennoch ausreichend für signifikante Messungen, Knochenmasse abgebaut wird.

Diese Erkenntnis hatte zur Folge, dass beispielsweise die Wissenschaftler der damaligen UdSSR intensive Untersuchungen bei Raumflügen der russischen Raumschiffe WOSTOK 2 und 3 speziell zu diesen Fragen durchführten. Die Untersuchungen ergaben, dass bei den Kosmonauten ein erhöhter Kalziumspiegel im Urin festgestellt wurde. Alle Versuchsreihen bestätigten die wissenschaftliche Meinung, dass dieses Phänomen zur Abnahme der Knochendichte führt.

Indem bei den untersuchten Astronauten der amerikanischen GEMINI- und APOLLO-Programme nahezu identische Ergebnisse erzielt wurden, konnten die Amerikaner ebenfalls die russischen Ergebnisse bestätigen. Auch bei ihnen stellte sich zweifelsfrei heraus, dass sich die Knochenmasse der Raumfahrer um 3 % bis 15 % reduzierte. Ein erschreckendes Ergebnis, denn dadurch wurde die schlimmste Befürchtung wahr: Der Mensch, ausgehend von seiner derzeitigen physiologischen Verfassung, ist eigentlich ein untaugliches Lebewesen für das Weltall.

Russische Langzeituntersuchungen in dieser Richtung, die unter anderem an den Kosmonauten Krikalew und Poljakov durchgeführt wurden, zeigten den Forschern, dass sich die Knochensubstanz, wenn sie sich einmal reduziert hatte, nicht mehr vollständig wiederherstellen ließ. Die Kosmonauten der GUS wiesen jedoch einen deutlich geringeren Knochenschwund als ihre Kollegen aus den USA auf. Woran letztlich der Unterschied lag, dass derartig verschiedene Abweichungen in den Werten auftreten, ist bis heute für alle Beteiligten unerklärlich. Nach Lage der Dinge bedarf es noch einiger Anstrengung, bis in diesem Bereich ein produktiver Gedankenaustausch stattfindet. Selbst heute noch, im Zeitalter bilateraler und multinationaler Zusammenarbeit, sind Geheimniskrämereien auf beiden Seiten an der Tagesordnung.



Ein besserer Raumanzug

Westliche Forscher vermuten, dass die besseren Werte bei den Russen daher kommen, weil ihr Raumanzug 50 % des Körpergewichtes der Kosmonauten simuliert. Mit anderen Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise der Einnahme von hochwertiger Nahrung und einem intensiven Muskelaufbautraining vor und während der Raumflugphase, wird der Knochen- und Muskelschwund bei ihnen fast ganz aufgehoben.

Da der Muskelschwund dennoch auch bei ihnen nicht vollkommen zu bremsen ist, glauben viele Wissenschaftler, dass Kolonien des Menschen im All, vor allem so lange sie keine künstliche Schwerkraft haben, reine Utopie sind. Dabei vertreten sie die Meinung, dass der Mensch mit seinem derzeitigen Wissen auf keinen Fall Stationen im Raum so gestalten kann, dass sie auf Dauer für Menschen bewohnbar werden. Sie behaupten dabei, dass der Mensch, so lange wir keine Gegenmaßnahmen gegen den unweigerlich eintretenden Muskelschwund haben und der Abbau der Knochensubstanz noch nicht ganz im Griff der Raummedizin ist, dass der Mensch darauf verzichten sollte, Raumfahrt zu betreiben.

Kein Rückschlag

Für viele Forscher bedeutet diese Erkenntnis jedoch trotzdem keinen Rückschlag in der Raumfahrt. Sie experimentieren nach wie vor mit großem Aufwand unverzagt weiter, um nicht nur den Muskel- und Knochenschwund in den Griff zu bekommen, sondern führten sogar Versuche durch, die vor allem das Wissen über die Vestibularorgane erweitern sollen. Diese sind letztlich für jenen Aspekt der Raumkrankheit verantwortlich, der so eminent der Seekrankheit ähnelt.

Hintergrund dieser Experimente, die vor allem schon während der D1-Mission durchgeführt wurden, war es, herauszufinden, ob die Schwerkraft wahrnehmenden Organe im menschlichen Körper auch in der Schwerelosigkeit voll funktionsfähig sind. Ein Frage, die bei längeren Raumflügen äußerst wichtig ist, weil es gerade von diesen Organen abhängt, ob der Mensch seinen Orientierungs- und Gleichgewichtssinn auch im Raum über einen längeren Zeitraum behält. Glaubt man diesen Versuchen, dann ist der Mensch in seiner momentanen körperlichen Konstitution auch in dieser Richtung kein taugliches Wesen für den Kosmos.

Experimente und Hilfsmittel

Für die geplanten Experimente auf diesem Gebiet, die damals bei der D1-Mission zum Einsatz kommen sollten, wurden - unter anderem von den Universitäten Berlin und Hamburg - verschiedene Hilfsmittel entwickelt, mit deren Unterstützung tatsächlich neue Erkenntnisse gewonnen wurden. Unter anderem wurde ein Helm konzipiert, mit dem verschiedene Testreihen durchgeführt wurden und der es den Forschern letztlich ermöglichte, gezieltere Augenbeobachtungen durchzuführen. Dies ist deshalb besonders wichtig, weil an den Augenbewegungen erkannt werden kann, welchen dimensional Reizen der menschliche Körper in der Schwerelosigkeit ausgesetzt wird.

Da beim Menschen während seinem Aufenthalt in der Erdumlaufbahn bzw. in der Schwerelosigkeit der ständig auftretende Grundreiz der Gravitation wegfällt, können beispielsweise gezielte Beschleunigungswerte helfen, die Reizschwelle des Vestibularorgans zu finden. Diese Versuche werden im engen Zusammenhang mit der Raumkrankheit gesehen, und die Wissenschaft erhoffte sich durch diese Experimente einer allgemeingültigen Lösung näher zu kommen.

Die Experimente der D1-Mission, die federführend unter deutscher Beteiligung stattfanden, haben dereinst eine Vielzahl von medizinischen Unklarheiten beseitigen können und dadurch dazu beigetragen, das Wissen über die verschiedenen Arten der Raumkrankheit und ihre Auswirkungen zu erweitern. Folgende Experimente, deren Ergebnisse bis heute in vollem Umfang gültig sind, wurden damals beispielsweise mit dem dafür vorgesehenen Helm durchgeführt:

1. Bestimmung der menschlichen Empfindungsschwelle für Bewegungen und Richtung bei linearer Beschleunigung.
2. Aufzeichnung der Augenbewegungen bei linearer Drehbeschleunigung mit einer Infrarotkamera und physiologischen Sensoren.
3. Aufzeichnung von Augenbewegungen und Empfindungen bei schnellen aktiven Kopfbewegungen.
4. Unterschiedliche Erwärmung der Bogenorgane in den Ohren zur Erzeugung von unfreiwilligen schnellen Augenbewegungen, des sogenannten kalorischen Nystagmus.

Die Ergebnisse waren für die Wissenschaft überraschend. Der kalorische Nystagmus konnte unter dem Einfluss der Schwerelosigkeit, wie auf der Erde, in der gleichen Richtung durch künstliche Maßnahmen erzeugt werden. Die bisherige Erklärung für diesen Effekt, nämlich Konvektion der Innenohrflüssigkeit in einem Bogengang mit Reizung von Sinneshaaren, ist dadurch als alleinige Erklärung nicht mehr ausreichend.

Die vorläufigen Ergebnisse der Schwellenmessungen weisen eindeutig darauf hin, dass mit der automatischen Anpassung des menschlichen Körpers an die Schwerelosigkeit das Gleichgewichts- und Beschleunigungsempfinden merklich herabgesetzt ist. Ein wichtiger Faktor in der Raumfahrt. Es wurde in diesem Zusammenhang herausgefunden, dass beispielsweise bei Kopfbewegungen ein Teil der hierfür notwendigen Innenohrinformation fehlt. Hier führten besonders Nickbewegungen, eben wegen dem gänzlichen Verlust der Orientierungsbeiträge des Otolithorgans, zu Unwohlsein und Übelkeit. Die Wissenschaftler konnten durch die Versuche die Ursache dieses Effektes lokalisieren und wissen heute besser damit umzugehen.

ZVD, TOM und BIM

Unter dem übergeordneten Themenbereich Adaptionsvorgänge hat man weitere und vor allem äußerst wichtige Versuche durchgeführt. Die Experimente wurden von den Spezialisten K. Kirsch, FU Berlin, J. Dtaeger, Universität Hamburg und Baisch, DFVLR – Köln, für die damalige D1-Mission entwickelt. Die Experimentiernummern ZVD 00, TOM 00 und BIM 300 stehen dabei für Untersuchungen, die unter der Bezeichnung Zentraler Venendruck, Tonometer und Body Impendence Measurement Aufklärung über andere, immer wieder auftretende Gebrechen der Astronauten liefern sollen. Die Resultate dieser Ergebnisse haben heute noch in vollem Umfang Gültigkeit.

Besonders das Herz- und Kreislaufsystem wurde bei diesen Untersuchungen genauestens unter die Lupe genommen, denn auch dieses spielt bei der Raumkrankheit eine wichtige Rolle. Die Wissenschaft erhoffte sich bei diesen Experimenten Aufschluss über die Blutverteilung im Körper zu erhalten, welche unter den extremen Bedingungen der Schwerelosigkeit auftritt. Auch hier konnten die durchgeführten Experimente schnelle Antworten auf wichtige Fragen erbringen, und heute ist es fast sicher, dass der geringe hydrostatische Druck in der Schwerelosigkeit für die ungleichmäßige Verteilung des Blutes im Körper verantwortlich ist. Durch die Experimente hat sich unter anderem gezeigt, dass sich das Blut besonders in der Bauchgegend sammelt und dadurch sowohl das Gehirn als auch die Beine des Astronauten zu wenig durchblutet werden.

Die mangelnde Durchblutung des Gehirns ist dabei ein wichtiger Faktor, der zu den vorab genannten Schwindelanfällen führt. Wobei die fehlende Durchblutung der Beine ein Aspekt ist, der den Muskelschwund zur Folge hat.



Grundlegende Erkenntnisse

Die wichtigsten Ergebnisse auf dem weiten Gebiet der Weltraummedizin erzielten ohne Zweifel die Fachleute der damaligen UdSSR. Obwohl seit dem ersten Flug von Juri Gagarin nur etwas mehr als 70 Kosmonauten im Raum waren, konnten die Russen mit Langzeitaufenthalten im All genügend Erfahrungen sammeln, um die Risiken für den Menschen bei Raumflügen so gering wie möglich zu halten. Die Resultate der durchgeführten Untersuchungen bei bemannten Nonstopflügen in Orbitalstationen ergaben dabei, dass bei einem Aufenthalt von über einem Jahr keine gesundheitlichen Schäden für den Menschen bleiben. Jedoch nur dann, wenn man gezielt auf die körperliche Verfassung

des Kosmonauten einwirkt.

Leonid Kizim, Wladimir Solowjow und Oleg Atkow absolvierten dabei für die Russen die ersten Flüge. Diese Flüge haben damals ausnahmslos alle Rekorde auf diesem Gebiet gebrochen. 237 Tage waren die Astronauten damals zusammen ununterbrochen im Orbit, und auch sie hatten wegen des Trainings keinerlei schwerwiegende Folgen davongetragen. Diese Tatsache bewog die Fachleute der UdSSR, ihre Testreihen im erdnahen Raum auszuweiten und schwerpunktmäßig fortzuführen.

Mittlerweile können Kizim und Solowjow neue, jedoch nur persönliche Rekord verbuchen. Insgesamt haben sie zusammen über ein Jahr bei ihren Flügen im Raum verbracht. Alle diese Höchstleistungen wurden bei den Russen mit dem SALJUT-System begonnen und in der Raumstation MIR (Frieden) fortgeführt. Hier haben die vorab schon genannten Kosmonauten Krikalew und Poljakow wissenschaftliche Geschichte geschrieben. Krikalew blieb 311 Tage in der Raumstation MIR und Poljakow hielt sich sogar 438 Tage ununterbrochen im All auf.

Von den Amerikanern hat man in der Vergangenheit in dieser Hinsicht nicht sehr viel gehört. Ebenso wenig wie von den Europäern, die außer einigen unbedeutenden Stippvisiten nichts unternahmen. Die USA haben beispielsweise bislang nur einen einzigen Daueraufenthalt von Astronauten gemeldet, aber auch der liegt bereits 25 Jahre zurück. 1973 wurde in der Orbitalstation SKYLAB ein Rekordaufenthalt von 84 Tagen aufgestellt. Und doch haben, auch wenn dieser Zeitraum unbedeutend gegen die russischen Zeitspannen erscheint, die amerikanischen Mediziner ebenfalls hervorragende Grundlagenforschung betrieben.

Hervorragende Leistungen

Russen und Amerikaner haben auf dem Gebiet der Raumfahrtmedizin hervorragendes geleistet und als Resultat dieser Arbeit ein Astronautentraining entwickelt, das es dem Menschen ermöglicht, auch einen längeren Aufenthalt im All unbeschadet zu überstehen. Die fehlende Schwerkraft hat dadurch ihren ursprünglichen Schrecken etwas verloren und gesundheitliche Schäden am menschlichen Organismus sind nach diesen Erkenntnissen und die damit verbundenen Gegenmaßnahmen in größerem Rahmen nicht mehr zu befürchten.

Es müssen aber nicht nur Mediziner und Biologen an den auftretenden Problemen hart arbeiten, sondern Psychologen und ähnliche Disziplinen der Wissenschaft sind ebenfalls gefordert, ihren Beitrag am Gelingen des größten Menschheitstraums zu leisten. Ihre Aufgabe ist es, den Astronauten auf seinen bestehenden Flug und die damit verbundenen Schwierigkeiten auf psychischem Gebiet vorzubereiten.

Außer den rein körperlichen Gebrechen, die bei einem Raumflug auftreten können, gibt es nämlich eine ganze Reihe von Krankheiten, deren Ursache auf die Psyche zurückzuführen sind und die deshalb entstehen, weil der Astronaut vielleicht einer Stresssituation nicht gewachsen ist. In dieser Hinsicht benötigt ein Astronaut über das körperliche Training hinaus auch eine seelische Festigung des Bewusstseins, weil er wegen der Isolation, der Enge des Raumschiffs, körperliche und nervlich-emotionale Anstrengungen verarbeiten muss, um seine ständige Bereitschaft in der Flugphase zu gewährleisten.

Psychisches Training

Neben einem umfangreichen physischen Trainingsprogramm haben russische und amerikanische Wissenschaftler deshalb auch ein psychisches Schulungsprogramm

entwickelt. Dieses Programm soll den Astronauten schon vor dem Start in den Weltraum an jene Stresssituationen heranführen, die womöglich während des Fluges eintreten.

Die US-Raumfahrtbehörde NASA hat, um vor allem herausfinden zu können, wie sich längere Isolation auf den Menschen auswirkt, für die kommenden Marsmission Unterwasserübungen angeordnet. Seit Anfang der 90er Jahre wurden regelmäßig Versuche in dieser Richtung gemacht.

So testeten die NASA-Wissenschaftler beispielsweise das soziale Verhalten von Menschen, die auf engstem Raum in einen Container untergebracht werden, der lediglich die Größe eines Wohnwagens hat. Um Reaktionen bei den Testpersonen zu provozieren, werden sie von der Umwelt vollkommen abgeschottet, indem man sie in diesen Containern vor der Küste Floridas ins Meer versenkte. Vor allem das Verhalten der Menschen bei längerer Isolation soll so ausgetestet werden. Bezeichnenderweise werden auch diese Versuche im Hinblick auf die bevorstehenden Flüge zum Mars durchgeführt.

Ein Fazit

Die Weltraummedizin hat mit ihren modernen Erkenntnissen der Menschheit Wege geebnet, die das Abenteuer Raumfahrt realisierbar machen. Sowohl eine multinationale Raumstation als auch eine Reise zum Mars wird dadurch realistisch abschätzbar. Selbst eine ständige Basis auf dem Mond, die ja ebenfalls ernsthaft von der NASA ins Auge gefasst wird, gehört nun in den Bereich des Machbaren.

Der Mensch selbst wurde dabei, trotz körperlicher Defizite, zum Bewohner des Weltalls und hat durch vielerlei Maßnahmen ein neues, makrokosmisches Ordnungsgefüge erhalten, welches heute nur sehr Wenige überblicken. Letztlich, dies ist allen weiterdenkenden Wissenschaftlern längst bewusst, wird von diesen Maßnahmen in naher Zukunft der weitere Werdegang der Menschheit abhängig sein. Heute hat der Mensch, im Gegensatz zum Mittelalter, auch keine Angst mehr vom Kosmos, und die Erkenntnis, dass der winzige Planet, auf dem er lebt, nur eine Etappe in der Geschichte der Menschheit ist, hat ihn zum Wanderer zwischen den Welten gemacht. Einem Wanderer, der seine Zukunft zwangsläufig in den Weiten des Alls suchen muss.

Um so mehr, weil der Mensch langsam beginnt, die Ordnung des Weltalls zu begreifen. Und Männer wie Kopernikus, Kepler und Newton haben den Schlüssel des Wissens denen weitergegeben, die alle kosmischen Grenzen sprengen wollen, indem sie das All mit ihren Raumflügen Schritt für Schritt erobern. Letztlich - dies müssen wir uns immer vor Augen halten - wird dieser Vorstoß in den Kosmos auch unbedingt nötig. Insbesondere dann, wenn die Menschheit überleben will. Denn wir können wohl kaum annehmen, dass die Menschheit von jenen Problemen verschont bleibt, die unweigerlich durch die Verknappung der Ressourcen und vor allem durch die Bevölkerungsexplosion mit Sicherheit in Zukunft entstehen. Schon heute gibt es Prognosen, die besagen, dass um das Jahr 2050 selbst jene Staaten in Bedrängnis kommen, denen es heute noch gut geht. Die Menschheit, hier sind sich alle Experten einig, wird diesem düsteren Szenario nicht entgehen – es sei denn, sie beginnt sich den unendlichen Räumen im Kosmos zuzuwenden. Hier - dies postulierten schon die Raumfahrtpioniere Oberth, Wernher von Braun und Jesco von Puttkamer - liegt die Zukunft der Menschheit.

Bildnachweis

NASA
