

Das Märchen von der Eroberung des Weltalls

Gliederung

1. Einleitung
2. Wozu Weltraumfahrt?
3. Utopie interstellarer Raumflüge
4. Unsinnige Fortbewegungsmöglichkeiten
5. Schwierigkeit eines bemannten Mars-Flugs
6. Probleme der Schwerelosigkeit
7. Abschließende Worte

Reiner Klinger, März 2003

1. Einleitung

Heute besteht die sogenannte 'Eroberung des Weltraums' in routinemäßigen Erdumrundungen in einigen Hundert Kilometern Höhe oberhalb der Erdoberfläche. Die Rechtfertigung dieser bemannten 'Weltraumfahrt' besteht derzeit einzig in Erdbeobachtungen und aus Experimenten mit der Schwerelosigkeit. Diese gegenwärtige 'Weltraumfahrt' ist nicht einmal eine extraterrestrische und zur astronomischen Forschung trägt sie nur wenig bei. Mit unbemannten Satelliten kann die bemannte Raumstation ISS nicht konkurrieren. Hierbei von Weltraumfahrt zu sprechen oder dies gar als Eroberung des Weltraums zu bezeichnen, erzeugt bei vielen Menschen völlig irrealen Vorstellungen über die zu überwindenden Entfernungen im All. Startrek-Filme nach Art von Raumschiff Enterprise tragen zusätzlich zu irrealen Einschätzungen bei.

Die Vergangenheit war von einer maßlosen Überschätzung einer möglichen Raumfahrt geprägt. Der Raumfahrt-Boom der 60er Jahre beflügelte selbst die Experten zu illusionären Phantasien: Für 1982 kündigten sie ständig bewohnte Forschungsstationen auf den Mond an und bereits für 1985 die erste bemannte Mars-Mission. Sie schwärmten von Raketen mit Atom-Antrieb, versprachen routinemäßige Flüge zum Mond und schon für 2000 den routinemäßigen Besuch des Mondes für alle Menschen. Inzwischen ist längst große Ernüchterung eingetreten. Es gelang bisher lediglich ein paar Menschen gerade mal die eine Lichtsekunde Entfernung bis zum Mond zu überwinden. Gegenwärtig wird höchstens noch mit einer Reise zum Mars spekuliert. Schon Menschen sicher auf den Mars und zurück zu bringen, stellt einen nie dagewesenen Aufwand für die Menschheit dar. An eine außerplanetarische Raumfahrt ist ernsthaft nicht mehr zu denken.

2. Wozu Weltraumfahrt?

Vielleicht wird es in sehr beschränktem Maß tatsächlich einmal dazu kommen, dass zwischen Erde, Mond und Mars in bestimmten Abständen Raumflüge stattfinden werden. Vielleicht werden tatsächlich einmal ständig bewohnte Forschungsstationen auf Mond und Mars eingerichtet. Von großem Interesse wäre eine astronomische Beobachtungsstation mit gekoppelten Teleskopen in einem breiten elektromagnetischen Bereich zur Beobachtung des Kosmos auf dem atmosphärenfreien Mond. Aber allen Science-Fiction-Fantasien zum Trotz, wage ich die Voraussage, dass es über den Mars hinaus keinerlei Versuche einer bemannten 'Weltraumfahrt' mehr geben wird. Dafür sind schon die praktischen Probleme schier unüberwindlich. Noch entscheidender aber erscheint mir, dass es nach dem Mars eigentlich kein naheliegendes Ziel im Sonnensystem gibt, für das sich ein Besuch für Menschen lohnt:

- Merkur ist totes Gestein und uninteressant wie der Mond,
- Venus ist für Leben die reinste Hölle,
- Neptun, Jupiter, Saturn, Uranus sind Gasplaneten. Sie haben keine feste Oberfläche auf der man überhaupt landen kann und tief im Inneren wird der Druck unmenschlich hoch,
- Die meisten Monde im Sonnensystem sind klein und nicht viel mehr als totes Gestein und Metall und lohnen keinen Besuch. Einzelne Monde zeigen vulkanische und tektonische Aktivitäten, ein Besuch lohnt kaum.

Tatsächlich gibt es auf einzelnen Monden wie bei Titan und Europa viel Wasser und somit eine kleine Chance für primitives Leben. Aber selbst wenn wir Leben dort finden würden, muss die Menschheit sich vorher mit der ethischen Frage auseinandersetzen, ob sie in dieses Leben durch einen Besuch überhaupt eingreifen darf. Außerdem sind diese Monde so weit von der Sonne entfernt, dass sie extrem dunkel, kalt und für menschliche Bedürfnisse sehr unwirtlich sind. Der Betrieb einer bewohnten Station wäre sehr energieaufwendig, zumal in dieser Entfernung von der Sonne nicht einmal genug Sonnenenergie zur Verfügung steht.

Wenn im Sonnensystem keine interessanten Ziele zu finden sind, dann aber doch in unserer so unerschöpflich großen Milchstraßengalaxie. Sicher wäre die Suche und die Erforschung extrasolarer Planetensysteme äußerst interessant. Im Gegensatz zu den grenzenlosen Raumfahrt-Optimisten halte ich aber bereits das Überwinden der Distanz zu unserem nächsten Fixstern für völlig aussichtslos. So wie ich die physikalischen Möglichkeiten beurteile, sehe ich weit und breit keine technische Möglichkeit, ein solches Ziel jemals zu erreichen.

Außerdem kann man sich an interstellare Distanzen nicht langsam herantasten. Es erfordert schon einen riesigen technologischen Sprung von einem Planeten im Sonnensystem zu einem extrasolaren Sternsystem. Dazwischen ist keinerlei Ziel, sondern nur weite kosmische Leere.

Ein wichtiges Problem übersehen in der Regel alle, selbst diejenigen, die 'Reisen' zu den Fixsternen für technisch möglich halten. Nämlich wie will man ein lohnenswertes Ziel finden? Ein Start von der Erde ist eine Reise ins Ungewisse.

Ich setze voraus, dass das Ziel für Reisen zu Fixsternen nur sein kann, Planeten mit Leben zu suchen und mit dortigen Lebewesen in Kontakt zu treten. Wir wissen aber nicht, ob es irgendwo Leben gibt, bevor wir zur Reise aufbrechen. Zu welchem Fixstern- System soll das Raumschiff starten? Des weiteren wird die Bevölkerung der Erde kaum je von einem solchen Raumflug profitieren können. Jeder Flug wäre für die Erdbewohner eine Frage mindestens von Generationen. Ob es überhaupt jemals einen Rückflug geben wird, ist mehr als unwahrscheinlich. Ein 'materieller' Austausch wäre also kaum von Bedeutung für die Menschheit.

Ein weiteres Problem übersehen diejenigen gern, die im Weltraum einen neue 'zweite Erde' für die Menschheit suchen wollen. Wenn ein solcher Planet für menschliche Besiedlung geeignet sein soll, muss dort bereits eine Sauerstoff-Atmosphäre vorhanden sein. Wegen der chemischen Reaktivität von Sauerstoff kann sich freier Sauerstoff nicht lange in der Atmosphäre halten, sondern wird durch Reaktion mit anderen Elementen normalerweise sofort der Atmosphäre entzogen. Ein anorganischer Prozess, der Sauerstoff ständig in die Atmosphäre freisetzt, ist nicht bekannt. Der Sauerstoff muss wie auf der Erde ständig von pflanzlichen Lebensformen produziert werden und wird wahrscheinlich zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts über einen langen Zeitraum von anderen Lebensformen abgebaut.

Mit anderen Worten: Ein Planet, der eine Sauerstoff-Atmosphäre besitzt, ist bereits von Lebensformen bewohnt. Der Konflikt mit 'Einheimischen' ist das mindeste, was zu erwarten wäre. Ihre Verdrängung durch Menschen ist moralisch nicht zu rechtfertigen. Zudem besteht die naive Vorstellung, dass es dort pflanzliche oder tierische Formen gäbe, die bereitwillig als Nahrung für Menschen zur Verfügung stünden. Abgesehen davon, ist es höchst unwahrscheinlich, dass sie wegen der völlig anderen Biologie für Menschen als Nahrung geeignet sind.

3. Utopie interstellarer Raumflüge

Bereits Menschen zum Mars zu bringen, stellt eine so gewaltige Aufgabe dar, dass an der Realisierung große Zweifel erlaubt sind. Jede interplanetarische Reise darüber hinaus, etwa zu den Jupitermonden, macht einen noch größeren technologischen Sprung notwendig, gegenüber dem selbst die Reise zum Mars eine Kleinigkeit darstellt. Endgültig verlassen uns unsere technischen Möglichkeiten, wenn wir an Flügen zu den nächsten Sternen oder gar durch die Milchstraßengalaxie denken.

Astronomen gehen mittlerweile mit Selbstverständlichkeit mit kosmischen Entfernungen von vielen Lichtjahren um. Deshalb sollte man sich noch einmal klar darüber werden, was solche Entfernungen eigentlich bedeuten. Bereits unser Nachbarstern Alpha Centauri ist 4,3 Lichtjahre entfernt. Das heißt nicht weniger, dass selbst ein Raumschiff mit 1/10 Lichtgeschwindigkeit - uneingerechnet der Zeit für eine Beschleunigungsphase - bereits volle 40 Jahre zu Alpha Centauri unterwegs wäre. Doch lässt sich auch diese Geschwindigkeit nur annähernd richtig einschätzen, wenn man diese Geschwindigkeit einmal in gewohnten Einheiten ausdrückt: 1/10 Lichtgeschwindigkeit sind 108 Millionen km/h.

Es ist keine Technologie in Aussicht, mit der man auch nur annähernd diese Größenordnung erreichen könnte. Mit bester derzeitiger Technik rechnet die NASA für den Flug zum Mars mit wenigstens 3 Monaten Flugdauer. Könnten Menschen damit zur 'Eroberung' des Weltraums aufbrechen, dann würden wir Jupiter je nach Konstellation in frühestens 3 Jahren erreichen. Auf unserer Reise zu Alpha Centauri ließen wir Pluto und damit unser Planetensystem immerhin bereits nach rund 3 Jahrzehnten zurück, wären aber noch viel länger im Einflussbereich unserer Sonne. Bei Alpha Centauri wären wir jedoch erst in 20000 Jahren.

Wichtig ist an dieser Stelle daran zu erinnern, dass relativistische Effekte wie Zeitdehnung und Streckenverkürzung bei $1/10$ Lichtgeschwindigkeit noch keine praktische Rolle spielen. Dass heißt es reicht, die Reisezeiten klassisch zu berechnen. Sie sind für Erdbewohner wie Raumfahrer gleichermaßen gültig. Selbst bei einer Reise mit $1/10$ Lichtgeschwindigkeit wird keiner der menschlichen Raumfahrer, die zu Alpha Centauri aufbrechen, zur Erde zurückkommen. Bereits dieses Ziel erfordert also ein Flug von mehreren Generationen. Sollten Menschen nach 40 Jahren Flug bei Alpha Centauri angekommen sein, werden sie wahrscheinlich nichts Lebenswertes finden. Schon gar nicht könnten sie dort auf einen bewohnbaren Planeten überleben. Und selbst für astronomische Beobachtungen haben sie auf Alpha Centauri nicht viel gewonnen, denn der Sternenhimmel sieht über Alpha Centauri nicht viel anders aus als bei uns. Enttäuscht müssten die Raumfahrer wieder die 40 Jahre lange Rückreise antreten.

Mehr lohnen könnte sich ein anderer naher Stern, Epsilon Eridani, wo vielleicht sogar ein lebenswerter Planet vorhanden sein könnte. Nur dauerte dieser Kurztrip mit $1/10$ Lichtgeschwindigkeit bereits über 100 Jahre ohne Rückreise. Immer noch befinden wir uns in der nächsten Nachbarschaft. Das gilt auch für die anderen nahen Planeten-verdächtigen Sterne, für deren Besuch man jeweils etwa einige Jahrhunderte benötigen würde.

Viel Aufregendes und kosmische Extreme böte der Große Orionnebel, das nächstgelegene Gebiet mit großer Staub- und Sterndichte, voller Stern-Aktivitäten, Stern-Entstehungen und vielen äußerst heißen Riesensternen. Leider kommen wir bei der Hinreise unter 15000 Jahren nicht weg.

Wollten wir einmal unser sicher interessantes Milchstraßenzentrum mit seinem Schwarzen Loch besichtigen, wären wir bis dahin wenigstens 250000 Jahre unterwegs. Dann hätten wir immerhin $1/4$ unserer gesamten Heimatgalaxie durchflogen. Wir kämen zwar während unserer Reise an vielen interessanten galaktischen Objekten vorbei, doch würden wir wegen unserer hohen Geschwindigkeit wenig davon mitkriegen.

Interessant wäre darüber hinaus ein Ausflug zur berühmten Supernova 1987A in der Magellanschen Wolke. Wir müssten allerdings 1,7 Millionen Jahre für den Hinflug einplanen. Und wenn wir nach diesem langen Flug endlich da sind, wäre von den Supernova-Resten nicht mehr viel zu sehen. Wer jetzt gar noch die Andromeda-Galaxie, unseren größten galaktischen Partner in unserer kleinen Lokalen Gruppe besuchen wollte, müsste rund 40 Millionen Jahre lang reisen. Auf eine Millionen Jahre mehr oder weniger kommt es da nicht mehr an. Die meiste Zeit auf unserer

Reise zwischen den Galaxien befänden wir uns in monotoner sternleerer Umgebung. Man darf sich überlegen, wie lange man in der Andromeda-Galaxie verweilen will, damit sich die Reise lohnt. Dort könnten wir immerhin mindestens 200 Milliarden Sterne bereisen.

Für 'praktische' interstellare Reisen sind also selbst 1/10 Lichtgeschwindigkeit viel zu wenig. Wenn wir Reisen zwischen Galaxien berücksichtigen wollten, ist für menschliche Maßstäbe sogar unerheblich, ob wir mit 1/10 oder fast Lichtgeschwindigkeit fliegen können. Unsere Reisezeiten gingen niemals unter einigen Millionen Jahren ab.

Nun sind Geschwindigkeiten knapp unterhalb Lichtgeschwindigkeit theoretisch denkbar und das hätte sogar einen günstigen Effekt für einen Raumflug: Die Entfernungen zwischen Sternen schrumpfen und die Zeit vergeht für Raumfahrer viel langsamer. Freundschaften und Heimatgefühle über das Raumschiff hinaus kann man sich allerdings abschminken: Während eines Menschenalters im Raumschiff vergehen auf der Erde und auf anderen Planeten viele Jahrtausende und mehr. Allein Navigation und Steuerung eines so schnellen und schweren Raumschiffs dürften nicht zu handhaben sein. Unterwegs können massereiche Körper im Weg liegen oder durch ihre Gravitation die Flugbahn unvorhergesehen verändern. Ein Ausweichen vor solchen Hindernissen bei der eigenen hohen Geschwindigkeit ist praktisch unmöglich. Ein Problem bei derart großen Relativgeschwindigkeiten sind selbst kleinste Staubteilchen, die auf das Raumschiff prallen und wie gewaltige Bomben wirken.

Doch die hohe Geschwindigkeit ist nicht einmal das entscheidende Problem bei Raumflügen, sondern die Beschleunigung: Im Gegensatz zu masselosen Licht muss Materie nämlich beschleunigt und abgebremst werden. Selbst wenn man den damit verbundene Energiebedarf decken könnte, müssen Bremsweg und Beschleunigungszeit berücksichtigt werden.

Dann muss die Frage gestellt werden, welche Beschleunigung der menschliche Körper biologisch auch über eine lange Zeit verträgt. Ein normaler Mensch ist mit 3 G schon schwer belastet, aber selbst gerechnet mit maximalster Belastung von 15 G dauert allein die Beschleunigungsphase bis auf 1/10 Lichtgeschwindigkeit ?? Monate.

Das führt uns zum allgemeinen Trägheits- und Energieproblem: Als Beispiel nehme man ein Generationenraumschiff mit 200 Personen, das Jahrhunderte durchs Weltall fliegen muss: Zum einmaligen Beschleunigen oder Abbremsen eines solchen Raumschiffs von 100000 Tonnen um nur 1/10 Lichtgeschwindigkeit wäre eine Energie in der Größenordnung von 10^{16} KWh erforderlich, ungefähr das 100fache was die ganze Erdbevölkerung gegenwärtig im Jahr verbraucht.

Wohlgemerkt steht in den interstellaren Weiten keine bequeme Sonnen- oder Sternenenergie zur Verfügung, sondern die Energiereserven müssten mitgeführt oder 'irgendwie' aus der Umgebung entnommen werden. Sowohl das eine wie das andere dürfte ein unüberwindliches Hindernis sein. Würde man die Energieressourcen mitführen, wäre dies ein ebenso zu beschleunigender Ballast, der

sogar den Hauptteil der Gesamtmasse des Raumschiffs ausmacht, also im Prinzip vollkommen unrentabel.

Nicht vergessen werden darf der Energieaufwand zur ständigen Erhaltung der geeigneten Lebensbedingungen im Raumschiff mindestens über Jahrzehnte. Man braucht Energie, um ständig auf Zimmertemperatur zu heizen, entgegen der großen Wärmeverluste an das nur wenige Kelvin kalte Weltall. Man braucht Energie für die Regeneration des permanenten Sauerstoffbedarfs und der Nahrungsversorgung allgemein. Wie kompensiert man zum Beispiel das Sonnenlicht, das Pflanzen auf der Erde zum Wachstum 'umsonst' bekommen? Insofern ist auch das häufig gebrauchte Bild vom Raumschiff Erde völlig falsch. Ein Raumschiff, das zu anderen Sternen fliegen soll, müsste vollständig autark sein und in der Lage sein für eine lange Reisedauer sich selbst zu versorgen. Ohne eine nur 150 Millionen km entfernte Sonne, die verschwenderisch Energie abstrahlt, kommt nämlich selbst das Superraumschiff Erde nicht aus, obwohl es nicht einmal Energie für seine Beschleunigung braucht. Spätestens innerhalb von Stunden ging auf der Erde ohne Sonne alles Leben zugrunde.

Nicht einmal das Sonnensystem als Gesamtheit kommt dem Bild eines Raumschiffes nah:

- Erstens ist es unmöglich, dass es seine Umlaufbahn um das galaktische Zentrum verlassen kann, geschweige dass es seinen Bewohnern gelingen könnte, die Sonne wie ein Schiff nach Belieben zu navigieren.
- Zweitens stellt das Sonnensystem mit seinen Planetenbahnen an sich schon ein so empfindliches System da, dass seine Struktur nur in sehr ruhigen galaktischen Raum stabil bleiben kann. Die Begegnung mit anderen Sternen, vielleicht schon das Durchqueren einer dichten Materiewolke, kann Planeten wie die Erde unwiederbringlich aus ihrer Bahn werfen.
- Drittens bietet auch das Sonnensystem keinen Schutz vor strahlungsintensiven kosmischen Objekten wie Supernova, Röntgendoppelsternen, Neutronensternen oder dem galaktischen Zentrum. Raumflüge dorthin müsste also auch das Sonnensystem tunlichst unterlassen.

4. Unsinnige Fortbewegungsmöglichkeiten

Wenn es nach vielen Science Fiction-Autoren ginge, dann könnten Raumschiffe zwischen den Sternen und Galaxien beliebig hin und her reisen. In Energieaufwand, Beschleunigung und Zeitdauer stellen scheinbar kein Problem dar. Häufig verstößt Science Fiction hier gegen eines der grundlegendsten physikalischen Prinzipien, dass Materielles niemals Lichtgeschwindigkeit erreichen oder gar schneller sein kann. Selbst beim besten Antriebsprinzip bleiben überlichtschnelle Raumflüge jedenfalls ausgeschlossen.

Als populärstes Patentrezept werden Raumschiffantriebe mit Antimaterie genannt. Aber auch ein Materie-Antimaterie-Antrieb wird eine Fiktion bleiben. Zwar wäre der Energiegewinn aus der Zerstrahlung von Materie mit Antimaterie durchaus zu großen Beschleunigungen in der Lage. Doch muss man erst einmal ausreichend Antimaterie besitzen. Da aber nirgends Antimaterie wie Erdöl 'abzubauen' ist, muss Antimaterie

erst erzeugt werden, und hierzu wird der energetische Aufwand unüberwindlich: Würde man sämtliche irdische Vorräte an fossiler Energie an einen Beschleuniger zur Herstellung von Antimaterie verfüttern, und würde man ein Auto mit Antimaterie betreiben, so könnte man gerade einmal eine 2000 km lange Strecke von Hamburg nach Rom zurücklegen!

Ungeachtet dessen muss die Antimaterie im Raumschiff 'verstrahlungssicher' gespeichert werden, was nur mit riesigen Magnetfeldern möglich erscheint, die aber wiederum selbst gewaltige Energiemengen verschlingen. Ein Raumschiff müsste mehr Treibstoff mitführen, als es seine Nutzlastkapazität zuließe und die effektiven Treibstoffe verbrennen bei Temperaturen, die jedes Triebwerk unweigerlich zum Schmelzen bringen würde. Bleiben als Fortbewegungsmittel, die für interstellare Raumflüge in Frage kämen, eigentlich nur noch weit fantastischere 'Energiequellen' als Antimaterie. In der Science-Fiction-Literatur werden zum Beispiel genannt: Die Gewinnung von Gravitationsenergie aus der Umgebung Schwarzer Löcher oder die abgestrahlte Energie von Sternen. Aber bereits die hochenergetische Strahlung derartiger Quellen ist so gefährlich, dass man nicht in die entsprechende Nähe gelangen kann. Solche 'Quellen' sind außerdem örtlich gebunden und das Problem des Mitführens der Energieressourcen bleibt.

Die Gewinnung der Energie 'unterwegs' im Weltraum wird schon deshalb zum Problem, weil sie bei hoher Geschwindigkeit erfolgen muss. Mal so kurz bei einem Stern anhalten ist nicht drin, schon deshalb weil die ganze Mühe und Zeit der Beschleunigung umsonst gewesen wäre.

In der Nähe von starken Gravitationsquellen wie Schwarzen Löchern könnte theoretisch zwar ein Raumschiff durchaus stark beschleunigt werden. Die Beschleunigung müsste auch sehr groß sein, weil sie ja nur einmal erfolgt. Pech, wenn dann dem Raumschiff mitten im leeren Raum die Energie ausgeht. Aber vor allem verkräftet der menschliche Organismus diese einmalige Beschleunigung nicht - mit ziemlicher Sicherheit nicht einmal die entsprechende Nähe zum Schwarzen Loch selbst.

Die Antriebsenergie für ein relativistisch schnelles Raumschiff müßte also eigentlich aus dem NICHTS kommen. Und sogar gibt es physikalische Theorien, wonach der leere Raum unermesslich viel Energie in Form der sogenannten Vakuumenergie enthalten soll. Dies hat nun Science-Fiction-Fantasten wieder Auftrieb gegeben. Doch die physikalischen Theorien sprechen ebenso gegen die Möglichkeit, die Vakuumenergie nutzbar machen zu können.

Noch absurder sind Vorstellungen, wonach man sogenannte Wurm Löcher erzeugen könne, mit denen es möglich sei, über den Umweg der 4. Dimension die großen Entfernungen des dreidimensionalen Raums quasi wie nichts zu durchtunneln. Aber alle theoretischen Berechnungen der physikalischen Theorien laufen auch darauf hinaus, dass solche Wurm Löcher allenfalls für quantenphysikalische Objekte möglich sind und nur eine ultrakurze Zeit existieren können. Vor allem aber ist auch hier wieder das größte Problem der große Energieaufwand, um solche Wurm Löcher zu erzeugen, wobei auch noch die Regel gilt: je größer ein Wurmloch ist, um so kurzlebiger ist es.

Beliebt ist die Ausnutzung der relativistischen Zeitverzögerung bei einer Raumfahrt nahe der Lichtgeschwindigkeit. In der Tat würde das für die Raumfahrer die Reisezeit erheblich verkürzen. Doch setzen wir einmal bequemes Reisen unter Lebensbedingungen wie auf der Erde voraus: Auch wenn man bei Raumflügen mit Lichtgeschwindigkeit rechnet, muss man doch stets die Beschleunigungszeit miteinbeziehen. Für die erste Hälfte der Reise wird eine konstante Beschleunigung von einem 'g', der Schwerkraft auf der Erdoberfläche, und für die zweite Hälfte eine ebenso starke Verzögerung angenommen. Immerhin braucht man dann schon 1 Jahr um auf Lichtgeschwindigkeit zu kommen und ein weiteres Jahr fürs Abbremsen. Den nahen Fixstern Epsilon Eridani würden Raumfahrer in 5 Jahren, den 410 Lichtjahre entfernten offenen Sternhaufen der Plejaden innerhalb 10 Jahren in ihrer Raumschiffszeit erreichen. Ganz gut also. Nach der Rückreise unter gleichen Bedingungen würden die Raumfahrer die Erde aber nicht wiedererkennen - zuviel Eigenzeit der Erde wäre vergangen. Nach einer Rundreise zu einem 460 Lichtjahre entfernten Ziel, die das Bordteam in 25 Jahren erledigt, wäre die Menschheit 910 Jahre fortgeschritten.

Bei sehr schnellen Reisen gibt es noch ein anderes Problem: Man sieht nichts, denn alles sichtbare Licht wird in den Röntgenbereich verschoben. Nicht nur bedeutet das die ständige Belastung mit einer lebensgefährlichen Röntgenstrahlung, sondern bei so hohen Geschwindigkeiten wird die Peilung und die Kurskorrektur zum Problem. Ungenauigkeiten beim Beschleunigen und Abbremsen wirken sich verheerend aus. Der eigentliche Haken ist jedoch der gewaltige Energieverbrauch, der es selbst jeder Superzivilisation schwierig macht, relativistische Raumfahrt jemals betreiben zu können. Anfang der 60er Jahre schätzten Sebastian von Hoerner und A.E. Purcell ab, dass auch unter optimalen Bedingungen eines Nuklearantriebs für Reisen nahezu mit Lichtgeschwindigkeit pro Gramm Nutzlast 3 Megawatt aufgewendet werden müssten. Dazu kommen noch jede Menge Übertragungsstationen, die die entstandene Strahlung in eine bestimmte Richtung lenken, damit das Raumschiff angetrieben wird.

Um 10 Tonnen Nutzlast in 2-3 Jahren Raumschiffszeit auf 98% Lichtgeschwindigkeit zu bringen, errechnete von Hoerner ziemlich groteske Anforderungen: "Wir würden 40 Millionen (Atom-)Kraftwerke brauchen mit je 15 Megawatt, dazu 6 Milliarden Übertragungsstationen mit je 100 Kilowatt Leistung, die zusammen selbst nicht mehr als 10 Tonnen Masse haben dürfen." Bei weniger Antriebseinheiten, bei etwa 'nur' 40 Kraftwerken und 6000 Übertragungsstationen, sind die 98 % der Lichtgeschwindigkeit erst nach 2,3 Millionen Jahren erreichbar. Relativistische Weltraumreisen sind also nicht drin. Reisegeschwindigkeiten von 10% der Lichtgeschwindigkeit sind eher realistisch. Die Ausströmgeschwindigkeit des Treibstoffs aus dem Raumschiff legt dabei ungefähr die erreichbare Grenzgeschwindigkeit fest. In einem chemischen Antriebssystem treten die Gase mit 3km/s aus. Mehrere Raketentufen sind also schon nötig, um die Erde zu verlassen. Dazu braucht man 11km/s. Für einen Flug zum Mond und zurück verlangt ein chemisches Verbrennungssystem etwa 5 Stufen (Mondlandegefährt mitgerechnet). Das macht beim Start ein Raketengewicht von über dem Tausendfachen der am Ende zurückgebrachten Nutzlast notwendig. Chemischer Antrieb taugt also nur für Weltraumverkehr im Bereich der Erde und ihrer unmittelbaren Nachbarn Mond, Venus und Mars.

5. Schwierigkeit eines bemannten Mars-Flugs

Schon ein bemannter Flug zum Mars ist ein extrem aufwendiges Unternehmen. Ich halte es sogar für sehr wahrscheinlich, dass nicht einmal das Ziel Mars von Menschen jemals erreicht wird. Die jüngsten Fehlschläge der NASA mit ihren unbemannten Mars-Sonden 1999-2000 verschieben einen bemannten Raumflug zum Mars zumindest weit über das Jahr 2020 hinaus. Ohne die Kosten zu berücksichtigen, die unzählige Milliarden Dollar betragen werden, müssen viele schwierigste praktische und technische Probleme gelöst werden:

- Der Mars ist zwischen 56 und 400 Millionen km von der Erde entfernt. Nur alle 26 Monate stehen Erde und Mars so nahe beieinander, dass ein Flug mit chemischen Antrieben nur etwa 6 Monate dauert. Um denselben kurzen Weg zurück nehmen zu können und damit sich die Reise überhaupt lohnt, müssten die Astronauten 500 Tage auf dem Mars verweilen. Insgesamt wären es 2¹/₂ Jahre, die die Mars-Astronauten auf sich allein angewiesen wären.
- Die Atmosphäre auf dem Mars bietet keinen Schutz gegenüber der UV-Strahlung der Sonne und enthält außerdem Spuren von aggressiven Wasserstoffperoxid.
- Die Strahlungsbelastung für die Mars-Astronauten über mehr als 2 Jahre ist beträchtlich: Hochenergetische Ionen der kosmischen Strahlung und Protonenschauer bei Sonneneruptionen gegen die auf dem Weg zum Mars das irdische Magnetfeld nicht schützt. Als Schutz wird eine schalenartige Hülle mit Wasser um die Astronauten-Kabinen gebraucht.
- Um die benötigte Nutzlast befördern zu können, sind völlig neue Techniken zu entwickeln. Eine Landung auf dem Mars wird durch Atmosphäre, Wetter und Schwerkraft viel schwieriger als auf dem Mond. Die Nutzlast, die landen muss, ist viel größer und muss viel präziser gesteuert werden. Für den Rückstart vom Mars braucht man einen viel größeren Schub als wie bei den Apollo-Mondmissionen.
- Der Mars ist von einer Zentimeter dicken trockenen Staubschicht bedeckt. Der feine Staub kann Raumzüge verkleben, Visiere zerkratzen, elektrische Versorgung und technische Geräte lahmlegen. Der Staub enthält Quarz, der eingeatmet zu einer Staublunge führen kann. Astronauten und Raumzüge müssten bei jedem Mars-Ausflug gründlich gereinigt werden.
- Nahrungs-, Luft-, Wasser- und Nährstoffquellen müssen absolut zuverlässig sein. Fiele nur ein Teil des Lebenserhaltungssystems aus, wären die Mars-Astronauten unweigerlich verloren.
- Völlig unberechenbar ist, wie die Astronauten den langen Raumflug unter ständigen Überlebensstress, Isolation, Enge, Langeweile oder soziale Konflikte psychisch überstehen. Schon deshalb muss ihnen ein gewisser Komfort im Raumschiff gewährt werden. Abwechslungsreiche Kost, Bequemlichkeit, Frischluftzufuhr, gute sanitäre Einrichtungen bis hin zu abwechslungsreichen Freizeitaktivitäten ist das Mindeste. Komfort auf Apollo-Niveau reicht jedenfalls nicht.

Darüber hinaus weiß man nicht, ob sich nicht bei den Mars-Astronauten nach einer gewissen Zeit jener Rauschzustand einstellt, den Piloten, Taucher und Fallschirmspringer als 'Break-off-Effekt' fürchten. Es darf während des gesamten Mars-Flugs über mehrere Jahre keine größeren Probleme geben und er muss auf

Antrieb gelingen, denn schnelle Hilfe von der Erde wird es nicht geben. Ein bemannter Flug zum Mars ist mehr als ein Sprung ins kalte Wasser, der vorher nicht getestet und simuliert werden kann. Jeder Ausfall eines Astronauten durch eine Krankheit wäre eine Katastrophe für das gesamte Unternehmen. Allein die andauernde Schwerelosigkeit führt schon zu großen gesundheitlichen Belastungen:

6. Probleme der Schwerelosigkeit

Die Probleme interstellarer Raumflüge stellen sich noch lange nicht. Eher realistisch sind bemannte Raumflüge zu Planeten, Asteroiden und Monden im Sonnensystem und auch dazu muss man erst einmal mit den gesundheitlichen Problemen fertig werden, die durch die andauernde Schwerelosigkeit verursacht werden. Mittlerweile haben Kosmonauten und Astronauten in der Erdumlaufbahn reichlich Erfahrung mit der Schwerelosigkeit gesammelt: Der einstige Optimismus, dass ein Mensch längere Zeit den Zustand der Schwerelosigkeit ertragen kann, hat sich dabei verflüchtigt. Nach einer NASA-Statistik von 1997 klagten von 279 Astronauten 276 über Beschwerden während ihres Raumflugs. Die NASA zählt 175 medizinische Risiken auf:

- Blut wandert aus den Beinen weg und sammelt sich im Oberkörper, Folgen sind hoher Druck im Kopf, aufgedunsenes Gesicht, dünne und schwache Beine.
- Anschwellen der Rachen- und Nasenschleimhäute verändern Geschmacks- und Geruchsempfinden.
- Starker Harndrang in der Blase, weil die Sensorik im Gehirn zuviel Flüssigkeit meldet und die Tätigkeit der Nieren anregt.
- Blut tritt aus den Adern ins Gewebe über, Schrumpfen des gesamten Blutvolumens und Blutmangel.
- Versagen des Orientierungs- und Gleichgewichtssystems im Innenohr führt zur Raumkrankheit: Schwindelanfälle, Schweißausbrüche, Erbrechen und Schwäche.
- Abbau von Knochen und Muskelgewebe, dem auf Dauer nicht durch laufende Training beizukommen ist, insbesondere durch Verlagerung von Kalzium aus den Knochen und Kaliums aus den Muskeln ins Blut, Gefahr leichter Knochenbrüche.
- Geringerer Energiebedarf in der Schwerelosigkeit hat Nachlassen des Hunger- und Durstgefühls zur Folge, durch zurückgehende Nahrungsaufnahme einschließlich Knochen- und Muskelschwund Abnahme des Körpergewichts.
- Gefahr der Nierenschädigung und Nierensteine durch verstärkte Ausscheidung von Kalzium und anderen Mineralien.
- Durch Entspannung und Auseinanderziehung der Bandscheiben verlängert sich die Wirbelsäule, Rückenschmerzen sind die Folge.
- Schwächung des Herz-Kreislaufsystems durch geringere körperliche Aktivität, der Kaliumverlust beeinflusst Herzrhythmus bis zu Herzrhythmusstörungen.
- Rückgang der Sauerstoffversorgung infolge verminderter Produktion roter Blutkörperchen, Nachlassen der Ausdauerleistung.
- Schwächung des Immunsystems unter anderem wegen nachlassender Tätigkeit der Lymphozyten, die Krankheitsanfälligkeit nimmt zu.

Insgesamt scheinen bleibende Schäden nach mehreren langen Aufenthalten in der Schwerelosigkeit nicht vermeidbar zu sein. Daneben gibt es eine Reihe kleinerer Schwierigkeiten: Harn und Kot müssen 'geschlossen' abgelassen werden, denn sie fallen nicht nach unten. Sie müssen ab- oder aufgesaugt werden. Körperreinigung, Haare- oder Nägelschneiden sind in der Praxis schwierig.

Die Quintessenz aller Erfahrungen lautet, dass der biologische Mensch nicht für ein Leben in Schwerelosigkeit geeignet ist. Für längere Raumflüge ist daher eine künstliche Schwerkraft an Bord angebracht, die kann realistischerweise nur durch ständige Rotation des Raumschiffs erreicht werden. Ein solches Raumschiff muss aber groß und so konstruiert sein, damit es an Bord nicht zu permanenten Wechsel der Schwerkraftverhältnisse kommt. Wahrscheinlich bedeutet jedoch für eine interplanetarische Raumfahrt der hochenergetische Sonnenwind und die kosmische Strahlung eine noch größere Gefahr. Zur Abschirmung benötigt der Mensch zumindest ein etwa 2m dickes Material. Der Aufwand ein solch großes und sicheres Raumschiff zu bauen, ist riesig und scheitert wahrscheinlich schon an der Materialbeschaffung und an den ökonomischen Möglichkeiten.

7. Abschließende Worte

Bei realistischer Einschätzung kommt man an der Feststellung nicht vorbei, dass es komplexen Lebensformen wie den Menschen mit einiger Sicherheit niemals gelingt, ihr Planetensystem und den Heimatstern Sonne zu verlassen. Eine Weltraumfahrt zu den Sternen wird für immer ein Traum bleiben. Science Fiction bleibt Science Fiction. Entsprechende Literatur oder Filme wie Raumschiff Orion oder Enterprise sollte man als moderne Märchen verstehen, und sich stets darüber klar sein, dass ihnen keinerlei Realität zukommt.

Die Menschheit muss sich für immer davon verabschieden, die Lösung irdischer Probleme in der Weltraumfahrt zu anderen Planeten des Sonnensystems oder zu anderen Sternen zu suchen. Diese Einsicht bedeutet letztlich auch, dass Existenz der Menschheit und die allen Lebens auf der Erde spätestens mit dem Erlöschen der Sonne ein unabänderliches Ende gesetzt ist. Ein Ausweichen in den Weltraum ist nicht möglich.

Manche Rohstoffe von Mars und Mond könnten für die Menschheit nützlich sein und abgebaut werden. Aber die Mengen, die die Menschheit tagtäglich an Energie und Rohstoffen verbraucht und so auf diese Weise die Vorräte der Erde ausbeutet, sind unmöglich durch einen entsprechenden Nachschub von irgendwelchen Planeten, Monden oder Asteroiden zu ersetzen. Der Abbau und der Transport zur Erde ist nicht nur unwirtschaftlich, sondern verbraucht selbst gewaltige Kapazitäten. Allein die notwendige Transportkapazität mit Raumschiffen zu erreichen, ist völlig unrealistisch. Selbst der Mond fällt als wirtschaftliche Rohstoffquelle weitgehend aus. Fossile Brennstoffe gibt es gar nicht. Und viele anorganische Rohstoffe können nicht abgebaut werden, weil es keine Lagerstätten wie auf der Erde gibt. Schließlich hat es auf dem Mond niemals tektonische Bewegungen und geologische Anreicherungsprozesse oder Gesteins-Metamorphosen gegeben. Gleiches gilt für alle anderen Planeten und Monde des Sonnensystems.

Vor allem ist es völlig abwegig, die Lösung irdischer Bevölkerungsprobleme in einer Aussiedlung auf Mond oder Mars zu sehen. Gegenwärtig wächst die Erdbevölkerung jeden Tag um einige 1000 Menschen. Wie will man mit der Umsiedlung mittels Raumflüge zum Mars mit diesem Tempo Schritt halten und die notwendigen Siedlungen dafür schaffen? Dieselben Einschränkungen, wie sie für menschliches Leben gelten, treffen natürlich genauso auch auf jede außerirdische Lebensform zu. Demnach sieht es so aus, dass selbst für noch so intelligente Außerirdische interstellare Weltraumreisen unmöglich sind. Ein grundsätzliches Dilemma wird offensichtlich: Intelligentes Leben beruht auf komplex strukturierter Materie, die aber zum Leben äußerst hohe Anforderungen stellt und spezifischste Lebensbedingungen braucht. Um eine interstellare Raumfahrttechnologie entwickeln zu können, müssen Lebewesen hochintelligent sein, aber je intelligenter die Lebewesen sind, desto anspruchsvoller sind ihre Lebensbedingungen und ihr Energiebedarf. Für eine Reise durch die weiten lebensfeindliche Bereiche des Kosmos sind das denkbar schlechte Voraussetzungen. Eine noch so hoch entwickelte Technologie kommt an dem grundsätzlichen Energiedilemma nicht vorbei.

Allein aus diesem Grund ist ein Besuch von Außerirdischen bei uns, die noch dazu biologisch uns ähnlich sein sollen, äußerst unwahrscheinlich, und jeder Interpretation von UFO-Beobachtungen als Außerirdische Herkunft ist zutiefst zu misstrauen.

Ihre Meinung hierzu? Schreiben Sie dem Autor **Reiner.Klinger#epost.de**
(Spamschutz: Ersetzen Sie # durch @)

Erstellt: 22. März 2003