



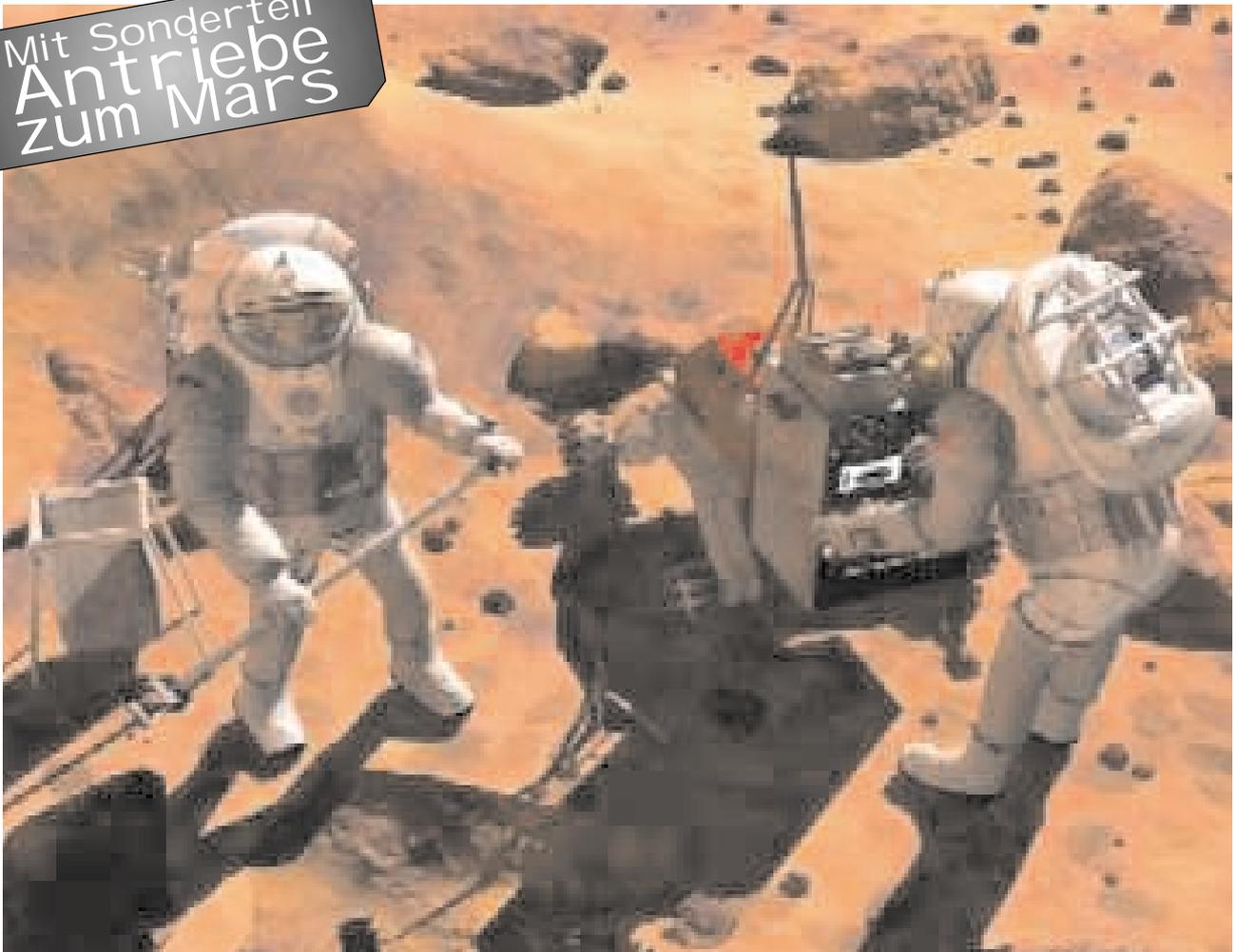
MARS SOCIETY
DEUTSCHLAND



NEWSLETTER

Ausgabe 8 · Oktober 2002

Mit Sonderteil
Antriebe
zum Mars



“

Es kommt nicht darauf an, die Zukunft zu kennen, sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein.

Perikles, griechischer Staatsmann, ca. 500 v.u.Z. bis 429 v.u.Z.

”



Inhaltsverzeichnis

Space-Kalender 4. Quartal 2002	2
Geologe für die MDRS gesucht!	2
Die Archimedes-Ballon-Mission zum Mars nimmt Konturen an	3-4
EuroMars-Kundschafter auf Island	5
European Mars Analogue Research Station Status Report	6-7
Termine	7
Die bemannte Raumfahrt zum Mars - Perry Rhodan ist dabei	8
Briefmarken und schwerelose Mitgliedsanträge	8
EMC2-Rückblick	9
Andere erobern den Mars - Welche Rolle können deutsche Institutionen spielen?	10-11
Eigentum im Weltall?	12
Mars Society Geburtstage	12
Freiwillige für Vorträge gesucht	12
Crivitz auf dem Mars	13
Der bemannte Marsflug	14-16
Der Ionenantrieb	17-19
Prof. Dr. Löb	19
Mars direkt?	20-21
Europäische Mars-Mission mit Schwerlastträger A5M	22-25

Impressum:

Verantwortliche Redakteurin:
Jacqueline Myrrhe
jacqueline.myrrhe@marssociety.de

Mitarbeiter:
Felix Kalkum felix.kalkum@marssociety.de
Sven Knuth sven.knuth@marssociety.de
Markus Landgraf
markus.landgraf@marssociety.de
Dr. Volker Mang
Volker.Mang@astrium-space.com
Dipl.-Ing. Hartmut E. Sänger
hesaenger@marssociety.de
Stephan Gehrke, Matthias Stark
Klaus Totzek klaus.totzek@marssociety.de
Prof. Horst W. Löb, Lionel Ferra

Gestaltung:
Heike Wierzchowski
heike.wierzchowski@marssociety.de

Bilder: NASA, ESA, Mars Society, Astrium.

Alle Marken gehören den jeweiligen Inhaber. Vervielfältigung und Veröffentlichung ausser für private Belange nur mit Genehmigung der Mars Society.
Namentlich gekennzeichnete Artikel und Beiträge spiegeln nicht die Meinung der Mars Society Deutschland e.V. wieder.

Space-Kalender 4. Quartal 2002

3. Okt.: 40. Jahrestag des Zagami-Meteoriten (Mars-Meteorit) 

4. Okt.: Der Mond passiert den Mars im Abstand von 4°

5. Okt.: 45. Jahrestag des Starts von Sputnik 1 

4.-10. Okt.: Welt-Weltraum-Woche der Vereinten Nationen 

1. Nov.: 60. Jahrestag des Starts von MARS 1 im Jahre 1962 

2. Nov.: Der Mond passiert den Mars im Abstand von 4°

7. Nov.: Start von Mars Global Surveyor im Jahre 1996 

13. Nov.: Im Jahre 1971 war MARINER 9 das erste Raumschiff im Orbit um den Mars 

27. Nov.: Im Jahre 1971 schlug MARS 2 als erstes künstliches Objekt auf dem Mars ein

28. Nov.: Im Jahre 1964 Start von MARINER 4 

1. Dez.: Der Mond passiert den Mars im Abstand von 3°

2. Dez.: Erste weiche Marslandung auf dem Mars von MARS 3 im Jahre 1971 

3. Dez.: Naher Vorbeiflug von Asteroid 1994 BB am Mars (Abstand: 0,018 AE)

4. Dez.: Im Jahre 1996 Start von Mars Pathfinder 

11. Dez.: Im Jahre 1998 Start von Mars Climate Orbiter 

29. Dez.: Der Mond passiert den Mars im Abstand von 1,2° und 25. Jahrestag der Entdeckung des ALHA 77005 Mars-Meteoriten in der Antarktis

Geologe für die MDRS gesucht!

Deutschland hat die Möglichkeit, eine komplett deutsche Wissenschaftscrew für die Mars Desert Research Station in Utah, USA zu stellen. Geplant ist eine Rotation von zwei Wochen in dem Zeitraum Januar/Februar 2003. Hierfür suchen wir dringend noch einen Geologen.

Interessenten wenden sich bitte an:
Klaus Totzek
An der Eisenbahn 1
61267 Neu-Anspach
Tel./Fax: 06081/946440
eMail: klaus.totzek@marssociety.de



Die ARCHIMEDES-Ballon-Mission zum Mars nimmt Konturen an

Ein Bericht vom ARCHIMEDES Systemmeeting im Juli in Stuttgart von Felix Kalkum

Ein Jahr nach dem Auftakt-Treffen für die Mars-Ballon-Mission fand am 4. und 5. Juli das ARCHIMEDES Systemmeeting auf dem Gelände des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart statt. Die Mars Society Deutschland dankt dem DLR für die Bereitstellung des Grünen Salons, an dem einst von Eugen Sänger gegründetem Institut, und für die großzügige Gastfreundschaft. Die zwei Tage dienten der Bilanzierung der bisherigen Aktivitäten und der Definition des erreichten Standes der Arbeiten für die Mars-Mission. Anwesend waren sechzehn Teilnehmer, die Mitglieder der Mars Society Deutschlands, Frankreichs und Österreichs repräsentierten. Es waren außerdem Vertreter der Universität Stuttgart, des DLR Stuttgarts und andere interessierte Privatpersonen anwesend. Ehrengäste am Freitag waren die Mitglieder des Beirats der Mars Society Hartmut Sänger und Prof. Ernst Messerschmid, Astronaut der deutschen Spacelab-Mission D1 an Bord von STS-61 A und Direktor des Europäischen Astronautenzentrums in Köln.

Den Auftakt zur Veranstaltung gab Sven Knuth, Projekt-Manager von der Mars Society Deutschland, indem er über die Partner in der deutschen Industrie, Forschung und Bildung sowie über die Ziele der Mars Society in Hinblick auf diese aussergewöhnliche Expedition zum Roten Planeten sprach. Er fasste die wissenschaftlichen Aufgaben folgendermaßen zusammen:

- Flug einer hochauflösenden Kamera, mit welcher Bilder auch aus einer schrägen Perspektive

aufgenommen werden können. Der Partner für den 800 g schweren Apparat ist das DLR-Institut in Berlin-Adlershof.

- Messungen des residualen Krustenmagnetfeldes mit Hilfe eines 200 g schweren Magnetometers von der TU Braunschweig.
- Datengewinnung aus der Atmosphäre mittels Wettersensoren des Finnischen Meteorologischen Instituts.

Nach einer kurzen Diskussion begann Hannes Griebel, Mars Society Deutschland und Systemingenieur des Vorhabens, mit seinem Vortrag über den Ablauf der Mission. Hannes Griebel erwähnte, dass der Mitflug auf der AMSAT P5-A Mission im Jahre 2007 durch die Einhaltung zahlreiche Parameter bestimmt wird. Die technische Ausarbeitung bis heute hat zu einigen Änderungen und Modifikationen des Ablaufs geführt. Der Ballon wird nicht mehr wie anfangs geplant, während des Abstiegs aufgeblasen, sondern nach der Landung. Hannes Griebel gab außerdem einen detaillierten Überblick über die Komponenten des Flugsystems, dessen Massen und mögliche Variationen.

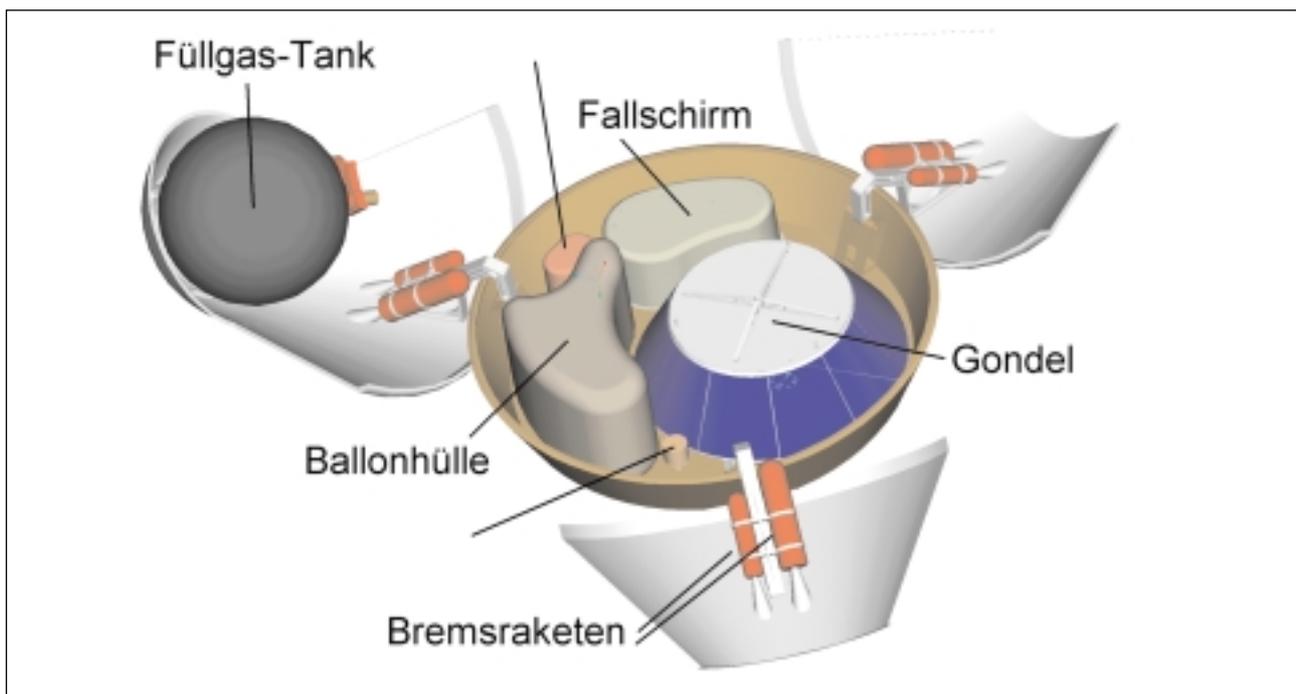
Torsten Rothengass vom Institut für Raumfahrtssysteme der Universität Stuttgart stellte ein Experiment für die Wiedereintrittsphase vor. Sensoren, montiert in die äußere Schicht des Hitzeschildes, könnten Messungen zum Strahlungsverlauf und zur Temperatur des Hitzeschildes liefern. Unklar ist noch, wie das Instrument in den Schild integriert werden kann.

In der sich anschließenden Präsentation von Hermann Hald, DLR Stuttgart, wurde die Faserkeramik C/C-SiC vorgestellt. Es handelt sich um eine Kohlenstofffaser mit Siliziumkarbidstruktur - eine Spitzentechnologie, die das Forschungsinstitut am Pfaffenwaldring entwickelte. Das Material ist leichter als Aluminium, hitzebeständig bis 2.700 °C und wird insbesondere für Hitzeschilder in der Raumfahrt eingesetzt. Herr Hald erklärte bei einem kleinen Betriebsrundgang die Zusammenhänge der Fertigung.

Den letzten Vortrag am ersten Sitzungstag hielt Manfred Hettmer von der Mars Society Österreich. Er ist für die Energieversorgung der Ballongondel verantwortlich. Der notwendige Strom für die Gondel und deren Geräteanordnungen soll von solarzellengestützten Akkumulatoren geliefert werden. Das Problem, das dabei zwangsläufig auftritt, sind die Nachtstunden.

In der Abschlussdiskussion wurden diverse Fragen erörtert. Die Bandbreite schloss folgende mit ein: Wie und wer kann das Aufblasen des Ballons testen? Wie ist die Strahleneinwirkung auf die Instrumente während des Fluges? Welche Größe dürfen die Bauteile haben? Wo kann man Windkanalstudien durchführen?

Der zweite Tagungsabschnitt begann am Freitagmorgen mit einem Überblick über mögliche Folien und Materialien für die Fertigung einer leichten Ballonhülle. Andreas Kunze vom Stuttgarter Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen (ISD) wies darauf hin, dass die Auswahl des richtigen Materials





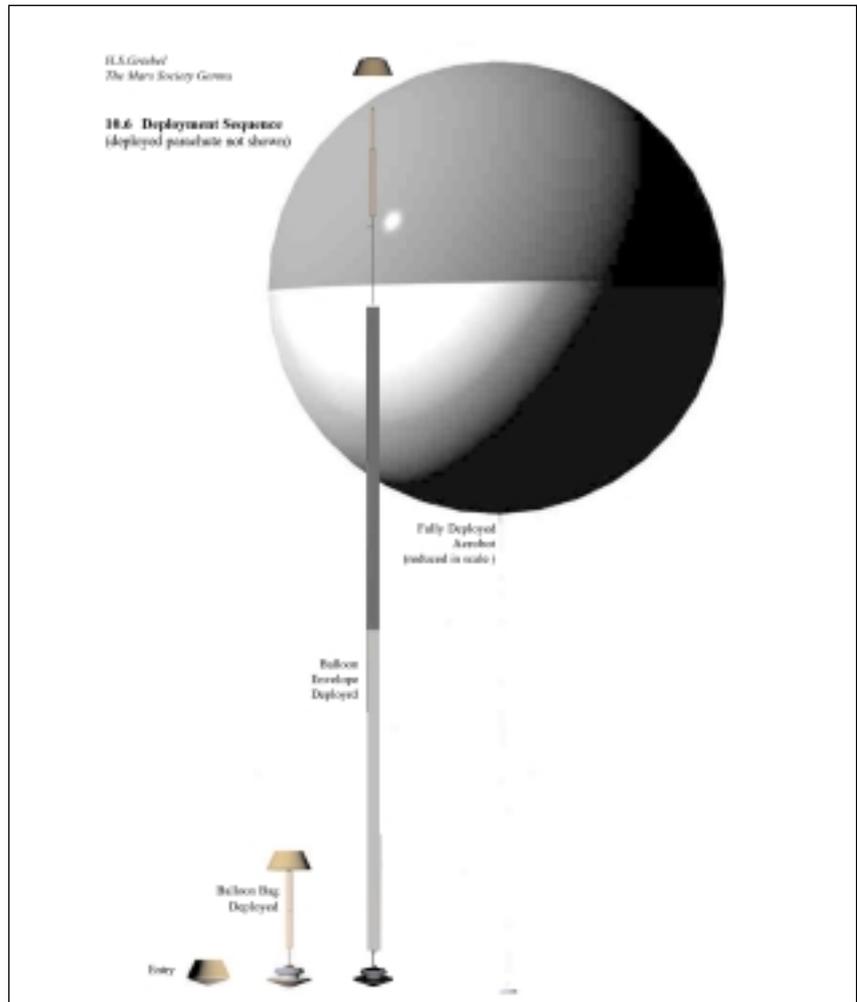
ein entscheidendes Kriterium für den Erfolg ist. Er stellte unterschiedliche Schweißverfahren für die Verbindung von Folienbahnen vor und analysierte vergleichend mehrere bereits geflogene Überdruck-Ballons.

Danach informierte Hugues Frey von der Mars Society Frankreich und Ingenieur der Firma CALIBRAGE über Tanks und das Aufblssystem. Die Anforderung an dieses System ist, dass circa 1 Kilogramm Wasserstoff innerhalb von 3 Minuten in den Ballon eingebracht werden muss. Hugues Frey verwies auch auf die Schwierigkeit, einen geeigneten Tank für die Speicherung des Wasserstoffs zu finden, da es unter recht hohem Druck gespeichert werden soll und zudem sehr flüchtig ist.

Felix Kalkum von der Mars Society Deutschland sprach zum Thema der Flugbahnsimulation und Thermodynamik des Ballons. Es ist problematisch, geeignete Daten für die Simulation einer möglichen Flugbahn zu finden. Die Wärmebilanz des Ballons ist ebenfalls ein wichtiger Parameter des Fluges, da hohe Temperaturen einen hohen Überdruck im Ballon bedeuten.

Mit den Ergebnissen der Vorträge und Diskussionen der beiden Tage, aktualisierte Hannes Griebel seine bisherigen Berechnungen und Daten und stellte sie erneut den Teilnehmern vor. Es wäre durchaus möglich, eine Massenreduzierung von 20 kg anzupfeilen, legte er dar. Die besonderen Herausforderungen der Ballon Mission liegen in der Eintritts- und Landephase, in der Beherrschung der Prozedur des Aufblasens des Ballons und vor allem in einem passenden Material für die Ballonhülle.

Eine Zugabe besonderer Art war die Kommentierung der Mars-Ballon-Mission durch Prof. Ernst Messerschmid. Er zeigte sich von dem Projekt angetan und äußerte seine Befriedigung darüber, dass junge Leute ein solches Vorhaben angehen. In knapper Form beschrieb er den momentanen Zustand der Internationalen Raumstation und die Hürden in der bemannten Raumfahrt. Er lud



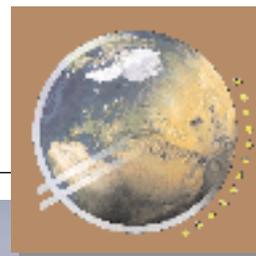
die Mars Society ein, dass nächste System-Meeting im European Astronaut Centre EAC in Köln durchzuführen. Dieses wird voraussichtlich im Februar 2003 sein. Einen Statusbericht über die Fortschritte in der Arbeit soll es bereits im Oktober geben.





Euro-MARS Kundschafter auf Island

Von Felix Kalkum



Der europäische Teil der Mars Society hat eine eigene Forschungsstation: Euro-Mars. Noch steht sie als Ausstellungsobjekt auf dem Freigelände eines Planetariums in Chicago. Doch nächstes Jahr soll sie den regulären Betrieb auf Island aufnehmen. Dort werden verschiedene internationale Wissenschaftler-Teams untersuchen, wie der Mensch auf dem Mars leben und arbeiten kann.

Wie Bilder von Mars Global Surveyor und anderen Sonden zeigen, gab es auf dem Mars in geologisch junger Vergangenheit vulkanische Aktivität. Es scheint wahrscheinlich, dass der marsianische Vulkanismus auch heute noch nicht zum Erliegen gekommen ist. Heiße Quellen in unterirdischen Höhlen sind die aussichtsreichsten Kandidaten für die Suche nach Lebensspuren auf dem Roten Planeten. Anders als bei den beiden Mars Society Stationen FMARS, in der kanadischen Arktis, und MDRS, in Utah, USA, wird es mit der Station auf der vulkanisch aktiven Insel Island somit möglich sein, auch diesen Aspekt einer Marsmission zu untersuchen.

Ende Juni hat sich ein Team aus drei Europäern und einem US-Amerikaner auf den Weg nach Island gemacht. Ziel war es, Unterstützung für das Projekt einzuwerben und einen Standort für die Station zu bestimmen. Auf dem Programm der ersten drei Tage in der Hauptstadt Reykjavik standen Treffen mit dortigen Forschern, dem isländischen Wissenschaftsminister, ein Vortrag an der Universität und Interviews mit mehreren Reportern.

Im Anschluss flog die Gruppe in den Norden der Insel in die Hafenstadt Akureyi, die mit knapp 15.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt des Landes ist. Die ganze Region ist aufgrund touristischen Interesses vergleichsweise gut erschlossen, so dass die Infrastruktur für Bau und Betrieb der Station nicht nur im Sommer gewährleistet ist.



Die EuroMars vor dem Planetarium in Chicago.

Knapp 100 km östlich der Stadt findet sich der Vulkan Krafla. Der letzte Ausbruch fand in den 70er Jahren statt. Noch heute ist der Vulkanismus überall sichtbar. Davon zeugen nicht nur Geysire und kochende Schlammfüßen sondern auch ein Geothermisches Kraftwerk. Diese Untergrundaktivität bietet Extremophilen, Kleinstlebewesen, die unter extremen Bedingungen leben, ideale Bedingungen. Die mögliche Marsanalogie, zusammen mit der vorhandenen Infrastruktur und der optischen Marsähnlichkeit der Landschaft machen diesen Ort sehr attraktiv für die Euro-MARS Station.

Das Team benötigte diverse Anläufe, bis der zukünftige Standort der Station auf ein Gebiet im Norden des Vulkans eingeschränkt werden konnte. Das breite Tal zeigt keine Vegetationsspuren, ist relativ gut erreichbar und dennoch abseits der Tourismus-Routen. Zeugnis der vulkanischen Vergangenheit gibt ein Lavafeld, das

die Senke ausfüllt und die Fremdartigkeit der Landschaft unterstreicht. Auf einer Anhöhe konnte schließlich auch ein vielversprechender Platz für die Station ausfindig gemacht werden. Ein rasch abgesteckter Kreis mit acht Metern Durchmesser markiert nun den zukünftigen Einsatzort des Habitats – Zeugnis der kommenden Aktivitäten.



Die vulkanische Landschaft Islands.



Selbst der Staub ist mars-like.



European - Mars Analogue Research Station Status Report

Von Klaus Totzek

Die Pläne für die europäische Mars Analog Station Euro-MARS wurden nach einigen Diskussionen gegenüber dem in Bad Homburg festgelegten Design noch einmal verändert.

So wurde das große Labor in Deck 1 in drei Räume unterteilt, die es ermöglichen, einen davon für biologische Untersuchungen oder im Bedarfsfall als Krankenstation abzutrennen. Der Vorbereitungsraum für EVA (Außenbordtätigkeiten) wurde verkleinert.

Der Cockpit-/Strahlenschutzbereich wurde leicht modifiziert und optimiert und in Deck 3 wurde zusätzlicher Platz für die Technik des Habitats geschaffen.

Diese modifizierten Pläne wurden von dem Projektleiter und Präsident des Mars Society Chapters UK, Bo Maxwell, auf dem internationalen Mars Society Congress in Boulder USA, erst-

mals außerhalb des Euro-MARS-Teams der Mars Society vorgestellt.

Das gemeinsam von Frans Blok, Pierre Bruhlhet, Olivier Sebastian und Klaus Totzek entworfene Design fand bei Besatzungsmitgliedern der Mars Desert Research Station, der Flashline Mars Arctic Research Station und sogar NASA-Ingenieuren große Zustimmung.

Bill Clancey, Chief Scientist for Human-Centered Computing am NASA Ames Research Center, und Besatzungsmitglied der MDRS, 2. Rotation, meinte, das Design sei ein großer Fortschritt im Vergleich zu den bestehenden Stationen. Hier könnten zum ersten mal Forschungsarbeiten unter annähernd realen Bedingungen stattfinden

In einer Diskussion mit Crew-Mitgliedern beider Stationen wurden einige geringfügige Änderungen des Designs besprochen. So wurde zum Beispiel

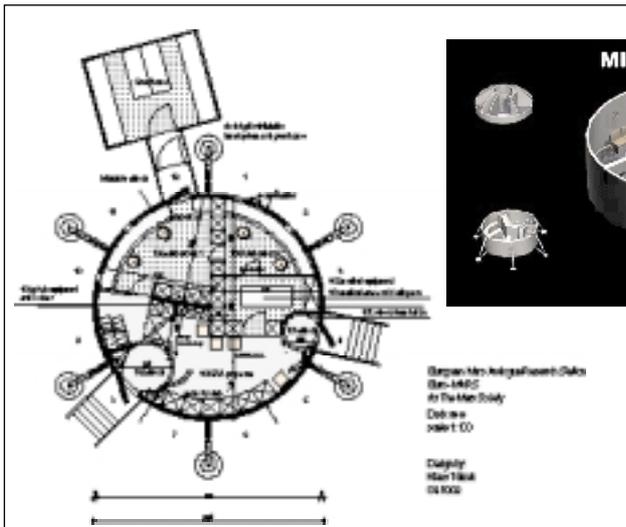
angeregt, die einzelnen Laborbereiche in ihren Größen zu verändern, einen zusätzlichen Bereich für Reparaturen zu schaffen. Neu nachgedacht werden muss über den Cockpit-/Shelter-Bereich. In diesem sind die sanitären Anlagen untergebracht, damit die Besatzung während der Nutzung als Strahlenschutzraum nicht auf die Toilette verzichten muss. Dies bringt aber Schwierigkeiten im Ablauf des normalen Alltags. Wenn ein Teil der Crew zum Beispiel mit Mission-Control kommuniziert, ist es nicht von Vorteil, während ein anderes Mannschaftsmitglied gleichzeitig geräuschvoll die Toilettenanlage benutzt. Hier wird eine neue Lösung von den Architekten erarbeitet.

Ein weiterer Vorschlag war, alle sechs der Crewkabinen auf Deck 3 in einem Block zusammen zu fassen, um somit einen großen Raum anstatt drei kleine Räume für die Technik zu erhalten.

Weitere prominente Hilfe erhält das Design-Team aus Deutschland. Der deutsche Astronaut Dr. Ulrich Walter hat sich dazu bereit erklärt, die Pläne für die Station durchzusehen, aus der Sicht eines Astronauten zu kommentieren und Verbesserungsvorschläge zu machen.

Aber nicht nur deutsche Fachleute zeigten Interesse an Euro-MARS. Auf dem Kongress des Internationalen Förderkreises für Luft- und Raumfahrt Hermann Oberth-Wernher von Braun, IFR, traf Klaus Totzek auf den schweizerischen Astronauten Claude Nicollier, den russischen Langzeit-Kosmonauten und Kommandanten der MIR, Genadi Padalka, sowie Dr. Rustem Kasparanski, dem Leiter der medizinischen Abteilung des Sternenstädtchens in Moskau.

Alle haben angeboten, dem Euro-MARS-Projekt mit Ratschlägen zur Seite zu stehen. Dr. Kasparanski fragte sogar, ob es möglich sei, dass russische Kosmonauten und Wissenschaftler auf der

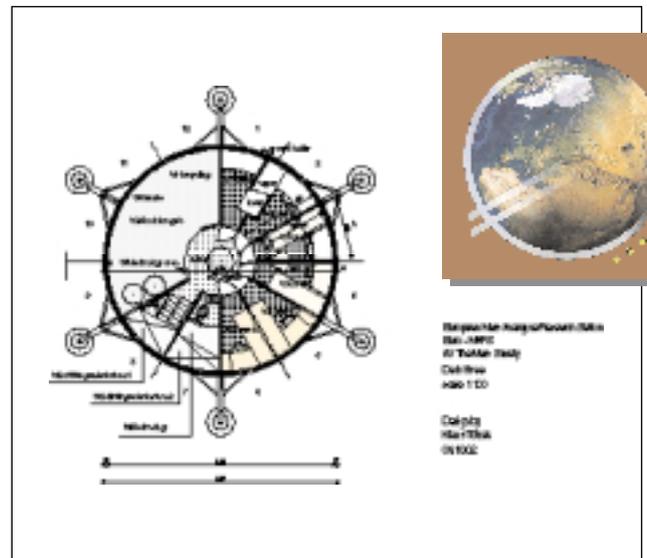
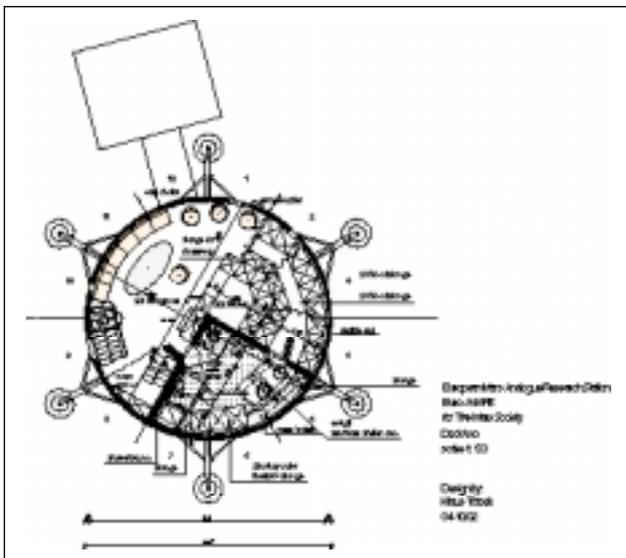


Oben: Die Raumaufteilung in Deck 2

Links: Deck 1

Unten links: Deck 2

Unten rechts: Deck 3





Die Common Area in Deck 2



Laborbereich mit EVA Vorbereitungsraum in Deck 1

Euro-MARS Experimente durchführen dürften und freute sich auf eine Zusammenarbeit. Rustem Kasparankiy war auf dem Zweiten Europäischen Mars Society Convention als Redner eingeladen. Leider war es unmöglich, für ihn ein Visum zu bekommen.

Das französische Team hat in der Zwischenzeit eine vier Minuten dauernde 3D-Animation über die Station erstellt. Sie zeigt einen virtuellen Rundgang durch die Euro-MARS-Station und fand auf der Convention einen positiven Anklang.

Am Rande der Convention in Rotterdam fand ein weiteres Design-Meeting statt. Hier wurden die von den MDRS-Crew-Mitgliedern und der



Der Landeort

NASA angeregten Änderungen diskutiert und deren Umsetzung in die Planung beschlossen. An Hand eines Arbeitsmodells, das von Klaus Totzek gebaut worden war, stellte sich heraus, dass die Crew-Kabinen in der geplanten Form nicht funktionieren und umkonzipiert werden müssen. Diese Änderungen werden von Tom Dirlich und Klaus Totzek vorgenommen. Für deren Realisierung gibt es sogar schon einen interessierten Sponsor. Es ist die Firma Tasso. Sie hat vor einigen Jahren spezielle Wasserbetten für Marsmissionen entwickelt und schon in einem Parabelflug bei der NASA getestet. Es ist geplant, diese Betten hier zum Einsatz zu bringen.

Sobald die neuen Änderungen in die Konzeptpläne übernommen worden sind, werden die Teams gebildet, die dann die Detailplanungen übernehmen.

Mit dabei ist Kristian Pauly, Mitbegründer der Mars Society Deutschland und Raumfahrtgenieur an der TU in München.

Auf einer Scout-Mission nach Island im Sommer dieses Jahres wurde nach einem Aufstellungsort für die Station gesucht. Die dortigen Behörden zeigten sich sehr interessiert und in jeder Hinsicht hilfsbereit. Es gelang, einen Platz für Euro-MARS in einem Vulkanfeld in der Nähe der Stadt Krafla im Norden Islands zu finden. An der Mission nahmen Artemis Westenberg NL, Bo Maxell UK, Charles Frankel F und Frank Schubert USA teil.

Bei all der positiven Resonanz für das Design von Euro-MARS muss aber auch von der zur Zeit noch nicht erfreulichen finanziellen Situation berichtet werden. Mittlerweile ist die Hülle in Denver, Colorado USA gebaut und im Adler Planetarium in Chicago ausgestellt worden. Aber bis heute fehlen die Gelder, um den Transport nach Island und den Ausbau vornehmen zu können. Alle Beteiligten sind daher aufgerufen, nach potentiellen Sponsoren zu suchen.

Vladimir Pletser, Besatzungsmitglied der F.M.A.R.S. und der MDRS, sowie Mitarbeiter von ESA-ESTEC machten den Vorschlag, die Euro-MARS schon Ende des Jahres zuerst auf das europäische Festland zu holen und hier zentral in einer Ausstellung aufzubauen, bevor sie dann im Mai nach Island verschifft wird. Potenzielle Sponsoren würden wohl eher daran interessiert sein, uns zu unterstützen, wenn die Station hier in Europa aufgestellt wird und somit erreichbar für viele Besucher ist, als wenn man sie ins ferne Island bringt.

Die Erfahrungen mit der MDRS haben gezeigt, dass es wenig Sinn macht, die Station in ganz Europa herumzutransportieren und an mehreren Stelzen aufzubauen. Durch den Transport leidet

die Station, sodass viel Geld für die Reparaturen und den Transport verwendet werden müsste. Für den Transport zu unterschiedlichen Ausstellungen wären erst Zuwendungen ab 200.000,- € wirtschaftlich. Da nicht anzunehmen ist, das sich Sponsoren finden, die auf einmal so viel Geld investieren, dürfte es wohl bei einer Ausstellung bleiben.

Nichts desto trotz sind wir zuversichtlich doch noch die nötigen Gelder für den Ausbau und den Betrieb zusammen zu bekommen.

Termine

Regionalgruppe München

Das monatliche Treffen der Mars-Interessenten aus dem Großraum München sind jeden 1. Dienstag im Monat (der kein Feier- oder Feiertag ist). September bis März um 20:00 Uhr, April bis August um 21:00 Uhr im Seminarraum der Volkssternwarte München. Kurzinfo und Lageplan sind zu finden unter: <http://www.volkssternwarte-muenchen.de/>

Regionalgruppe Bremen

Nächste Treffen: Dienstag, **08.10.2002** um 18:00 Uhr, Hochschule Bremen, Flughafenallee 10, Raum 402 (sollte der Haupteingang abgeschlossen sein, befindet sich an der stadtzugewandten Stirnseite des Gebäudes eine Klingel. Ein Hausmeister öffnet dann.) Montag, **04.11.2002**, 18:00 Uhr, Hochschule Bremen, Flughafenallee 10, Raum 402.

Regionalgruppe Stuttgart

Für die Termine der Stuttgarter Treffen der Mars Society wenden Sie sich bitte an Kian Yazdi: (Kian.Yazdi@marsociety.de)

Regionalgruppe NRW

Für NRW ist ein regelmäßiges Treffen in Köln in Planung. Interessenten können sich bei Felix Kalkum (Felix.Kalkum@marsociety.de) melden:



Die bemannte Raumfahrt zum Mars – Perry Rhodan ist dabei

Badische Zeitung vom Mittwoch, 11. September 2002

Beim Treffen der Fans wurde mit den Autoren H. G. Ewers und Arndt Ellmer nicht nur über die Romanreihe diskutiert, sondern auch um galaktische Lebensräume.

WEIL AM RHEIN (db). Zu einer lebendigen Runde mit rund 60 interessierten Zuhörern und den so fachkundigen wie auskunftsfreudigen Autoren Horst Gehrman alias H. G. Ewers und Arndt Ellmer entwickelte sich die „Perry Rhodan Fan Regio Convention“, die am Montagabend in der Stadtbibliothek veranstaltet wurde.

Dabei ging es längst nicht nur um die eigentlichen Perry-Rhodan-Romane und Geschichten allein, sondern um allerlei faszinierende und spannende Hintergründe. Etwa darum, ob der Mensch von den Marsianern abstammt, ob es außerirdische Technologien auf der Erde gibt, warum eine bemannte Raumfahrt zum Mars so wichtig ist und wie man diesen Planeten für Menschen bewohnbar machen könnte. Die Referenten betonten, dass die bemannte Erforschung des Planeten Mars weitergetrieben werden und so bald wie möglich beginnen muss. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass Forscher vor Ort viel mehr erreichen könnten als Roboter. Die dazu nötigen, noch fehlenden Technologien könnten innerhalb von zehn Jahren hergestellt werden. Für eine bemannte Raumfahrt zum Mars gibt es bislang nur Studien und vorläufige Pläne.



Horst Gehrman alias H.G. Ewers

In der Perry-Rhodan-Reihe gibt es den besiedelten Planeten Mars ab dem Jahr 2040. Über den ersten bemannten Flug zum Mars hat Horst

Gehrman für die MarsSociety eine Geschichte geschrieben, die im Internet erscheint. Auszüge daraus las er bereits beim Fantreffen vor. Ob er an die Existenz von außerirdischen Technologien auf der Erde glaube? „Ich bin überzeugt, dass Außerirdische früher auf der Erde waren und dass nur noch nicht alles gefunden worden ist. Ich halte es für sehr wahrscheinlich.“

Der „Perry-Rhodan-Stoff“, verriet Arndt Ellmer, werde in einem TV-Dreiteiler verfilmt. Die Ausstrahlung ist auf Herbst 2004 angesetzt. Der Redakteur der Perry-Rhodan-Leserkontaktseite und Romanautor las zwei kurze Geschichten vor und beantwortete eine Reihe von Fragen. Zu den Fantasieprodukten der Romanreihe, die Wirklichkeit geworden sind, zählen das Bildtelefon, oder auch die Schnellaufzuglifte in Wolkenkratzen, die mit Pressluft anstelle der herkömmlichen Stahlseile betrieben werden. Mit dem Mars Exploration Rover wird die Nasa im nächsten Jahr eine CD zum Planeten schicken, auf der unter anderem auch der Name von Horst Gehrman gespeichert ist. Der in Weil am Rhein lebende Autor und Wissenschaftler hat sich seit Jahrzehnten um die Weltraumfahrt verdient gemacht.

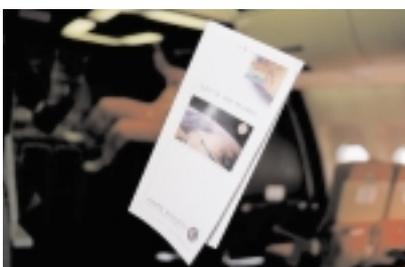
Briefmarken und schwerelose Mitgliedsanträge

Große Mitgliederwerbaktion der Mars Society Deutschland!

Für Alle, die sich entschlossen möchten, der Mars Society Deutschland beizutreten, gibt es ab sofort ein spezielles Begrüßungsgeschenk. Konsul Hermann E. Sieger aus Lorch in Württemberg hat 250 Briefmarkensätze gespendet, die als Anreiz für eine Mitgliedschaft in der Mars Society Deutschland vergeben werden. Für ganz besondere Fans hat Klaus Totzek (Klaus.Totzek@mars-society.de) ab sofort 18 Mitgliedsanträge parat, die auf der letzten ESA Parabellflugkampagne der Studenten geflogen sind. Somit sind sie ZERO-G getestet und ein echtes Weltraumsouvenir.

Wir freuen uns auf neue Marsfreunde und natürlich auf aktive Mitstreiter.

Der Vorstand



Oben: Sondermarken „Ergebnisse der Marsforschung“, herausgegeben am 11. März 1874. 40 f. Abtrennung des Landeteils von der sowjetischen Planetensonde „Mars 7“. 60 f. sowjetische Planetensonde „Mars 2“ beim Mars. 80 f. amerikanische Planetensonde „Mariner 4“. 1 Ft. Teleskop der Sternwarte vom Mount Palomar, USA und Mars, durch das Teleskop fotografiert. 1,20 Ft. geglückte Landung der sowjetischen Sonde „Mars 3“. 5 Ft. Mars und Marsmonde „Phobos“ und „Deimos“, sowie Planetensonde der USA „Mariner 9“. 6 Ft. Porträt des italienischen Astronoms G.V. Schiaparelli (1835-1910) und die vom ihm angefertigte Zeichnung des Planeten Mars mit den Kanälen.

Links: Einer der Zero-G-Mitgliedsanträge an Bord des A 300 Novespace.



„Die Erde ist die Wiege des Verstandes, doch der Mensch kann nicht ewig in der Wiege bleiben.“

(Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski) – Ein Rückblick von Jacqueline Myhrre



EMC2 - hinter dieser zauberhaften Formel verbirgt sich nicht die Einsteinsche Gleichung $E=mc^2$, sondern es ist die kunstvolle Abkürzung für das europaweite Ereignis der Mars-Gemeinde in diesem Jahr: Die Zweite Europäische Mars Society Convention, die vom 27. bis zum 29. September 2002 in der niederländischen Metropole Rotterdam stattfand.

Es war eine anregende Konferenz, vollgepackt mit exzellenten Fachvorträgen und interessanten Diskussionen während der Tagung und darüber hinaus. Rotterdam war in der Tat eine Mars-Reise wert. Drei Tage lang referierten 35 Experten verschiedenster Disziplinen aus 12 Ländern über den irdischen Nachbarn, den Roten Planeten Mars. Dabei wurde ein breites Spektrum an Interessengebieten gestreift, wie z.B. Geologie, Biologie, Astronomie, Exobiologie, Physik, Chemie, Technologie, Psychologie, Medizin, Recht, Soziologie und natürlich Planetenforschung. Im Foyerbereich des Erasmus Expo- und Kongresszentrums waren Informationsstände der Niederländischen Mars Society, der ESA und anderer Interessenvertreter aufgebaut. Ein ständig umlagertes Ort war der Tisch des Euro-Mars-Teams, wo intensiv das neueste Modell des Habitats diskutiert wurde.

Ohne andere hervorragende Programmpunkte in den Schatten stellen zu wollen, seien hier die Beiträge von André Kuipers, ESA-Astronautenkandidat, von Pascal Ehrenfreund, Professorin an der Universität von Leiden und Dr. Fans G. von der Dunk, Spezialist für Weltraumrecht, erwähnt. André Kuipers hielt einen kompakten Vortrag über die medizinischen Aspekte eines Weltraumfluges, besonders unter den Bedingungen eines Langzeitaufenthaltes. Seine Ausführungen hat Kuipers mit vielen Bildern illustriert. Das Gleiche trifft auf das Referat von Pascal Ehrenfreund zu. Die Wissenschaftlerin zog in einem forschen

Tempo einen gewaltigen Bogen von den Anfängen des Lebens bis hin zu der Suche nach Spuren von biologischen Organismen im Kosmos. Die Wirkung ihrer farbenfrohen Bilder wird bei den Teilnehmern noch lange anhalten. Einen brillanten Vortrag über die Eigentumsverhältnisse auf dem Mars hielt der niederländische Rechtsgelehrte Frans von der Dunk. In einer klaren Sprache und mit detaillierten Erklärungen der derzeitigen Rechtslage konnte von der Dunk nachweisen, dass der Mars zur Freude der Menschheit niemandem gehört – zumindest bis jetzt noch nicht.

Ein inoffizieller Höhepunkt war allerdings die schon im Vorfeld geheimnisumwitterte Party am Sonnabend-Abend. Und unbestreitbar war den Gastgeberinnen mit dem Arrangement einer Schiffsfahrt auf der Maas ein unvergessliches Erlebnis gelungen. Mit dem Flaggschiff der gläsernen Flotte von Rotterdam, der „Abel Tasman“ ging es auf große Fahrt durch die nächtliche Stadt und den Ölhafen, mit seinen hell erleuchteten Raffinerien und Werften, auf denen Bohrinseln in Serienfertigung produziert werden. Die Stimmung an Bord war prächtig und das Essen diametral entgegengesetzt zu dem herkömmlichen Ruf der niederländischen Küche. Viele gute Gespräche und eine nette Atmosphäre gaben das notwendige Gegengewicht zu den Mars-dominierten Tagen. So bleibt es denn eine Aufgabe und Herausforderung der Deutschen Mars Society, die Formel EMC3 im nächsten Jahr in Wohlgefallen aufzulösen. Ende September wird das Deutsche Chapter Gastgeber der Europäischen Convention sein. Dabei bleibt es maritim, der Tagungsort ist im Jahre 2003 Bremen. Viel Arbeit steht bis dahin an und es wäre schön, wenn die Vorgaben unserer niederländischen Freunde in punkto Gastfreundschaft und Organisation geschlagen werden könnten – sozusagen (EMC)³.





Andere erobern den Mars - Welche Rolle können deutsche Institutionen spielen?

Von Dr. Volker Mang

Einführung

Die **Erkundung des Mars** ist ein Forschungsfeld, das auch in Deutschland die Bevölkerung zu interessieren scheint. Interessiert sind gerade auch diejenigen, die kein Eigeninteresse vertreten, wie das von der Raumfahrtindustrie und von den Raumfahrttechnikern bzw. Weltraumforschern in den einschlägigen Instituten zu erwarten ist.

Neben den USA spielen Frankreich und Italien mit weitreichenden Zukunftsplanungen und aktuellen Projekten die internationale Vorreiterrolle mit einer Reihe von einzelnen Erkundungsmissionen. Nach dem Start von Mars Odyssey 2001 im April vergangenen Jahres, folgen in einem 2-Jahreszyklus jeweils mindestens eine, in manchen Jahren zwei oder gar drei Missionen zu unserem roten Nachbarn.

Auch Europa führt gemeinsam ein Marsprojekt über die ESA durch – Mars Express, Start 2003.

Deutsche Forscher spielen mit der Bereitstellung von einigen wenigen sehr hoch entwickelten Messinstrumenten eine international anerkannte, z.T. führende Rolle, wovon allerdings in allen Diskussionen und Darstellungen wenig bis gar nicht die Rede ist. Um frühzeitig eine Fokussierung der Anstrengungen und die Einordnung der deutschen Aktivitäten in eine übergeordnete Programmatik anzuregen, werden nachfolgende Thesen zur Diskussion gestellt.

Mars-Aktivitäten und „Dual Use“

Der momentan das meiste Interesse weckende Forschungsansatz ist die Suche nach **Leben auf dem Mars**.

Diese mehr punktuelle Fragestellung soll eingebunden werden in das Leitkonzept der „**Forschung auf dem Mars für die Erde**“.

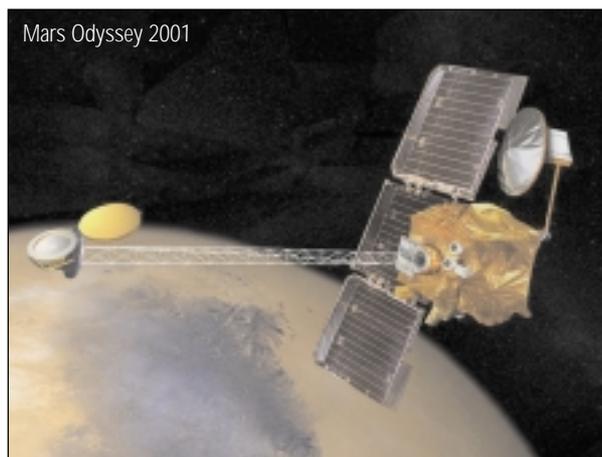
Untersuchungen auf dem Mars oder von Marsproben sind Teil von Forschungsvorhaben hier auf der Erde über

- den Ursprung des Lebens,
- die Grenzen der Evolution
- und die Grenzen des irdischen Lebens.

Natürlich spielen dabei auch planetologische Fragestellungen, wie die nach dem marsianischen Paläoklima oder der Chronologie der geo-



Mars Express



Mars Odyssey 2001

logischen Entwicklung, eine sehr wichtige Rolle, aber sie werden einem „irdischen“ Ziel nutzbar gemacht.

Dies bietet die Chance, Arbeiten zu fördern, die in ihren Disziplinen, wie Umweltforschung oder biowissenschaftliche Grundlagenforschung, verankert bleiben und sie nur zeitweise für die Lösung einer Teilfrage der Raumfahrt zu benutzen. **Die Raumfahrt** verliert ihren Selbstzweck und **bedient einen Bedarf**.

Ein Begleitaspekt ist die Herauslösung der Raumfahrt aus ihrer Isolation der reinen Raumfahrt-

forschung. Es gibt sehr wohl Raumfahrtforschung und Raumfahrttechnikforschung, aber die Raumfahrt zur Bereitstellung und **zum Betrieb einer Forschungsinfrastruktur**, das ist ein weiterer Schritt zur Normalität.

Wissenschaftspolitisch bedeutet dies aber auch das **Primat der Forschung** außerhalb der reinen Raumfahrtforschung. Die Themen müssen sich in der Auseinandersetzung der Gemeinschaft der Wissenschaften durchsetzen. Die einschlägigen Raumfahrt-Institutionen dürfen keine Leitfunktion einnehmen.

Der Nutzen einer Forschungsinfrastruktur, wie einer Arktisstation oder einem Atmosphärenmessnetz, steht jeder Institution offen, die die umgelegten Betriebskosten anteilig bezahlen kann. Es kommt zu einem ständigen Wechsel von nutzenden Instituten mit immer neuen Themen, die jedes Mal durch einen anerkannten Begutachtungsprozess müssen.

So soll es auch auf dem Mars sein.

Mars-Technik und „Dual Use“

Die Marsaktivitäten in der laufenden Dekade sind gekennzeichnet **durch Erkundungsmissionen**. Gerade die USA verbinden die einzelnen Missionen mit dem zielgerichteten schrittweisen Ausbau der technischen Fähigkeiten der US-Industrie. Wegen der auch in den USA begrenzten Mittel wurde akzeptiert, dass auch strategisch wichtige Schlüsselfähigkeiten von anderen Nationen beigesteuert werden. So liefert z.B. Frankreich als eigenständigen Beitrag die Technik für das Wiederandocken der vom Mars zurückkehrenden Fähre an ein Vehikel, das dann weiter zur Erde fliegt.

Von diesem Erkundungsprogramm losgelöst, werden **sogenannte Referenzmissionen** für bemannte Missionen untersucht. Auch bei der ESA dienen die NASA-Missionen als Ausgangsbasis für eigene Arbeiten.

Wir schlagen die **Entwicklung eigener**, von den Programmen Anderer unabhängige bzw. zu deren Überlegungen komplementäre **Szenarien** vor, um mit zu den Ideenfindern zu gehören. Analog zu den deutschen Erfahrungen in anderen „Off Shore“-Wissenschaften, schlagen wir ein langfristig orientiertes Programm für den



sukzessiven Ausbau einer Forschungsinfrastruktur vor. Die sich daraus ableitenden programmatischen Vorteile werden weiter unten diskutiert. Für unsere Vorstellung sind etliche Technologieentwicklungen notwendig. Hier müssen Schwerpunkte gesetzt werden. Dazu schlagen wir ein Leitkonzept vor:

„Technik für ein Marsprogramm und für andere Raumfahrtvisionen“

Mit der Orientierung an diesem Leitkonzept wird sichergestellt, dass Investitionen in ein Marsprogramm auch den anderen Raumfahrtvisionen, wie der Erkundung unseres Sonnensystems, dem Raumfahrttourismus oder der Gewinnung von Energie aus dem All nützen. Parallel dazu ist es notwendig, das Marsprogramm in den Fokus bereits laufender Technologieentwicklungen zu bringen. Zum Beispiel nützt der **wiederverwendbare Träger** nicht nur dem Raumtourismus, sondern würde auch die Betriebskosten für die Marsinfrastruktur deutlich senken.

Die frühzeitige Kopplung notwendiger Technologieentwicklungen mit den laufenden bzw. geplanten wissenschaftlichen Missionen erscheinen uns notwendig. Durch den Mitflug kleiner Demonstratoren von Schlüsseltechnologien für spätere Aufgaben wird frühzeitig vorgezeigt, wofür die Investitionen getätigt werden. Weiterhin bietet sich die Gelegenheit zu einem schrittweisen Vorgehen, um Fehlentwicklungen zu korrigieren. Für die Durchführung von Technologieentwicklungen, z.B. für den späteren, gelegentlich bemannten Betrieb der Forschungsinfrastruktur auf dem Mars wird die **BRD** mit anderen Nationen und der **EU** zusammenarbeiten. Hierzu gehören nicht nur die **USA**, sondern sicher auch **Russland, Japan** und **China**.

Aber auch bei den Inhalten kann ein „Dual Use“-Konzept umgesetzt werden: Ein Rover als Transportfahrzeug für einen Marsastronauten, muss bereits in der vorausgehenden bemannten Nutzungsphase bzw. einer sich anschließenden unbemannten Betriebsphase sinnvoll einsetzbar sein. In seinem Design müssen beide Betriebsprinzipien vereint sein.

Programmatik und „Dual Use“

In den aktuell geplanten Missionen, gerade bei den bilateral zwischen Frankreich oder Italien und den USA vereinbarten, erstellt jede Nation ihren Beitrag in nationaler Regie. Die Verantwortlichkeiten werden so weit als möglich bei dem eigentlichen Lieferanten belassen und durch Vermeidung von großen Systemorganisationen versucht man die finanziellen Mittel optimal zu nutzen.

Dieser Ansatz ermöglicht auch wieder vermehrt **nationale** Aktivitäten, so dass für die Allgemeinheit konkrete Möglichkeiten zur **Identifikation** bestehen.

Der Projektträger Raumfahrt soll daher die Gelegenheit bekommen, verstärkt auf ein eigenständiges Profil der Bundesrepublik hinwirken zu können. Aber auch bei einem mehr dezentralen Ansatz bleibt die Notwendigkeit einer übergeord-

neten Abstimmungsfunktion, die bei der EU / ESA liegen könnte.

Bei dem vorgeschlagenen Ausbau einer Forschungsinfrastruktur auf und um den Mars steht diese jeder der beitragenden Nationen, aber auch anderen Nationen gegen Kostenbeteiligung, zur Nutzung zur Verfügung. Die Beiträge an Einrichtungen und Dienstleistungen sind von den dafür bereitstellbaren Budgets und den nationalen Interessen bestimmt. Die Beteiligungen können auch in späteren Jahren der nationalen Budgetlage angepasst werden und **bedeuten keine Verpflichtung auf Jahrzehnte**.

Industriepolitisch soll ein Marsprogramm die Position der deutschen Raumfahrt auf den **kommerziellen Märkten** stärken. Ziel ist eine synergetische Mischung aus größeren Systemfirmen und einem aktiven Zulieferbereich aus klein- und mittelständischen Unternehmen.

Technische Entwicklungen der Forschungsinstitute, insbesondere der des Bundes, sollen umgehend in die Produktpalette der Industrie einfließen. Forschungsinstitute und Bundesinstitutionen sollen, außer bei hoheitlichen Aufgaben, keine Aufgaben wahrnehmen, für die es industrielle Anbieter gibt. Die vom Steuerzahler finanzierten Einrichtungen an Universitäten und Instituten sollen nicht für den Wettbewerb mit der deutschen Raumfahrtindustrie zum Einsatz kommen. Hier ist im Gegenzug die Kooperation mit der Industrie anzustreben.

Auch steht die **Effizienzsteigerung** der Raumfahrt in toto an erster Stelle: „Mehr Raumfahrt fürs Geld“. Dort, wo Produkte von der Stange den Anforderungen weitgehend gerecht werden, sollen sie Vorrang haben gegenüber teuren angepassten Entwicklungen. Dort wo Firmen bereits Vorarbeiten aufweisen können, sollen diese Eigenleistungen honoriert werden. Bei deutlichem Kostenvorteil ausländischer Anbieter von „Standardprodukten“ oder „Standarddiensten“ ist das strategische Interesse der BRD abzuwägen und gegebenenfalls die Leistung aus dem Ausland zu beziehen, insbesondere aus der EU.

Generell kann die politische Weichenstellung der deutschen Beteiligung an einem globalen Marsprogramm auch die Entwicklung der Raumfahrtmärkte zu einer stärkeren **Industrialisierung** unterstützen. Dort, wo sich Pakete aus bereits entwickelten Produkten und Dienstleistungen zu Festpreisen schnüren lassen, sollen auch größere solche Pakete installiert werden. Dies bietet die Chance, die Mittel auf die Anwendung der Raumfahrt und die Entwicklung spezieller Elemente und Instrumente zu konzentrieren. Das Ziel heißt hier, die Anwender der Raumfahrttechnik möglichst viel Output produzieren zu lassen und Raumfahrttechnik an wenigen herausragenden zukunftsweisenden Stellen zu fördern. Daneben können sich die national politisch Verantwortlichen durch diesen iterativen Ansatz die Flexibilität erhalten, um auf sich im Laufe der Zeit ändernde Rahmenbedingungen zu reagieren.

Resümee

Der Aufbau einer **Forschungsinfrastruktur auf und um den Mars** soll in den nächsten zehn Jah-



Dr. Volker Mang

ren die Periode der Einzelexpeditionen ablösen. Es soll eine **permanent betriebene** Forschungsinfrastruktur auf und um den Mars geschaffen werden. Diese soll, je nach den Anforderungen der Nutzer und der jeweiligen politischen Lage der beteiligten Nationen ausgebaut oder reduziert werden und sie soll, falls für die Nutzung sinnvoll und gefordert, auch **zeitweise bemannt** betrieben werden.

Die **Implementierung** geschieht in **globaler internationaler Zusammenarbeit** aller interessierter Nationen. Dabei beginnt die **Betriebsphase** bereits mit der Implementierung der ersten Elemente, gegebenenfalls bereits mit der Nutzung von Technologiedemonstrationen nach Abschluss der Testphasen vor Ort. **Der Routinebetrieb** geschieht durch **industrielle Strukturen**.

Bei den deutschen Beiträgen wird in vielen Aspekten auf **einen Mehrfachnutzen der Investitionskosten** geachtet.

Die Anwendung der Marsinfrastruktur durch die internationale Gemeinschaft der Wissenschaften wird durch geeignete Organe des Wissenschaftsbetriebs geregelt. In der deutschen Forschungsförderung werden raumfahrtunabhängige Strukturen geschaffen, um die Einbettung der Themen in die jeweilige Forschungsdisziplin zu gewährleisten. Die Raumfahrt steht dabei in einer zuliefernden und dienenden Rolle.

Der Projektträger der deutschen Raumfahrt soll sich in Abstimmung mit der deutschen Raumfahrtindustrie und den Raumfahrtinstituten eine Meinung über technische Schwerpunkte für Deutschland bilden. Dabei soll den industriepolitischen Gesichtspunkten Rechnung getragen werden. In internationalen Verhandlungen mit anderen Nationen soll bis Ende 2003 eine konkrete und eindeutige Beschlusslage für die Bundesrepublik Deutschland geschaffen werden.



„Eigentum im Weltall?“

Gedanken von Matthias Stark

Mit großem Interesse habe ich den gelungenen Beitrag „Wem gehört das Weltall?“ von Jacqueline Myrhe in der Ausgabe Nr. 7 unseres Newsletters gelesen. Nicht oft kann man über dieses Problem in einer so herzerfrischenden und offenen Art und Weise etwas erfahren. Ich glaube aber, dass es gerade zu diesem Thema weiteren ernsthaften Diskussionsbedarf gibt. Deshalb an dieser Stelle einige Gedanken:

1. Die Besiedlung des Weltalls, die in den nächsten Generationen unweigerlich vollzogen werden wird, wirft natürlich auch die Frage nach dem Besitzanspruch von Gebieten auf anderen Himmelskörpern auf, insbesondere auf Mond und Mars. Obwohl die USA als eine der technologisch führenden Nationen in vielen Bereichen progressiv sind, verhalten sie sich hier nach ihrem „Claim-Recht“ und meinen, dieses für sie selbstverständliche Privileg auf den Kosmos ausweiten zu können. Hier sind die Amerikaner genauso egozentrisch wie auf manch anderem Gebiet. Genannt sei hier nur der Klimaschutz. Die so oft zitierten aber eigentlich nicht streng definierten „Amerikanischen Interessen“ scheinen da nicht mit denen der übrigen Menschheit in Übereinstimmung zu sein. Diese Haltung ist meines Erachtens nicht tragbar, wenn man gemeinsam eine neue Welt besiedeln will. Ich denke, dass über das Recht des Grunderwerbs auf anderen Himmelskörpern, speziell auf Mond und Mars einzig die Vereinten

Nationen befinden können. Und dies auch nur dann, wenn es ethisch vertretbar ist. Was wäre denn, wenn wir auf dem Mars Leben in Form von Mikroorganismen im Boden finden würden? Wäre es dann vertretbar, dieses Leben, angepasst an eine äußerst unwirtliche Umgebung, für unsere Besiedlungswünsche zu opfern? Hier besteht ebenfalls dringender Diskussionsbedarf, wenn wir nicht wollen, dass unser Besuch in einer Welt, die uns nicht gehört, zum Aussterben der „Ureinwohner“ führt. Unsere eigene Geschichte sollte uns da eines Besseren belehren.

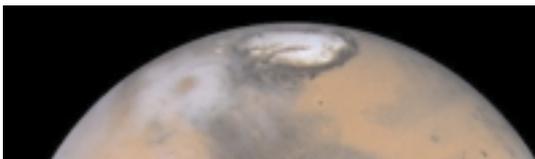
2. Wenn beispielsweise der Mars besiedelt wird, dann kommt es auch hier nach meiner Auffassung unweigerlich zu einer Aufteilung der Landfläche und damit zum Erwerb von Eigentum. Ich glaube persönlich nicht so richtig daran, dass die Menschen jemals so verantwortungsbewusst sein werden, das „Gemeineigentum“ wie das persönliche Eigentum zu behandeln. Und wohin es führt, wenn scheinbar „Alles Allen gehört“, haben wir ja in den Jahren 1949-89 in Ostdeutschland gesehen. Ich denke schon, dass der Erwerb von Besitz letztendlich der Grundpfeiler für die ordentliche Bewirtschaftung auch auf anderen Himmelskörpern sein wird, gemäß dem Grundsatz „Eigentum verpflichtet“. Und obwohl es natürlich nicht der „Jetztmensch“ mit seinen ethischen Wertvorstellungen und Schwächen sein wird, der da zum Besiedeln des Mars

aufbricht, denke ich doch, dass es gerade auf diesem Sektor menschlichen Tuns auch zukünftig nicht zu großen Veränderungen kommen wird. Schön wäre es allerdings, wenn ich mich hier irre!

3. „Was wollen wir eigentlich auf dem Mars“ lautet der Schlusssatz des Artikels in Ausgabe 7. Nun, obwohl wir angesichts der gravierenden irdischen Probleme wie Krieg, Hass, Gewalt, Umweltzerstörung, Hunger und Armut noch lange nicht die perfekte Reife erlangt haben, um als kosmische Gesandte eine neue Welt zu erschließen, sollten wir es meines Erachtens trotzdem versuchen. Würden wir auf eine Zeit warten, in der alle wichtigen Probleme der Erde gelöst sind, kämen wir nie zum Mars. Ich glaube, dass ein Neuanfang in einer völlig fremden Lebenswelt auch eine neue Form des Miteinanders hervorbringen wird. Und vielleicht wird diese neue Welt sogar besser organisiert sein als unsere irdische. Wir sollten zum Mars aufbrechen, weil die Zeit dafür langsam reif ist, auch wenn es noch viel Dunkelheit auf der Erde gibt. Ich schließe mich da voll inhaltlich an den humorvollen Spruch von Wilhelm Busch an:

„Obwohl die Welt ja sozusagen wohl manchmal etwas mangelhaft, wird sie doch in den nächsten Tagen vermutlich noch nicht abgeschafft.“

Also, auf zum Mars!



Besuchen Sie unsere Homepage
<http://www.marssociety.de>

Mars-Society-Geburtstage Okt. – Dez.

Im Namen der Mars Society Deutschland e.V. wünschen wir alles Gute für's neue irdische Lebensjahr und viel Erfolg auf dem Weg zum Mars!

Die Geburtstagskinder im Oktober

02.10. Steffen Scharfenberg, Zella-Mehlis
03.10. Helmut Gust, Augsburg
12.10. Stephan Günther, Göttingen
15.10. Mierke Schwabe, Altenholz
17.10. Jan Toporski, Washington DC
24.10. Hannes Griebel, München
25.10. Michael Bosch, Geiselhöring

Die Geburtstagskinder im November

02.11. Markus Landgraf, Darmstadt
03.11. Gerrit Hausmann, Pulheim
09.11. Felix Schmäschke, Leipzig

14.11. Richard Zitzler, Altendorf
18.11. Ingo Wedler, Hamburg
23.11. Klaus Totzek, Neu-Anspach

Die Geburtstagskinder im Dezember

01.12. Christian Gitzner, Radebach
03.12. Gunnar Preiß, Stuhr / Birstel
09.12. Christian Albrecht Merz, Stuttgart
10.12. Hakan Tandogan, München
10.12. Caroline Wolf, Augsburg
11.12. Tom Stinnesbeck, Hümmerich
17.12. Jörg Klingeisen, Aldingen-Aixheim
17.12. Moritz Vogel, Stuttgart
18.12. Stefan Kesternich, Potsdam
19.12. Markus Iske, Berlin
27.12. Andreas Krautkremer, Olching
29.12. Marie-Christine Gobin, München

Freiwillige für Vorträge gesucht!

Wir suchen Freiwillige, die bereit sind, in die Öffentlichkeit zu gehen, um Vorträge über den Mars und die europäische Marsmission MARS EXPRESS zu halten. Diese Aktionen sind Teil einer Werbekampagne der Europäischen Raumfahrtagentur ESA. Als Gegenleistung bekommt die Mars Society Deutschland Fach-Unterstützung von der ESA für die Ausrichtung der 3. European Mars Society Convention im nächsten Jahr in Bremen. Wer Lust hat und sich für fachlich qualifiziert hält, meldet sich bitte bei Sven Knuth (Sven.Knuth@marssociety.de). Dort gibt es genaue Anleitungen für die koordinierte Vorgehensweise.

Sven Knuth

2. Vorsitzender der Mars Society Deutschland



Crivitz auf dem Mars

von Stephan Gehrke, TU Berlin

Crivitz liegt in Mecklenburg. Und außer dieser Kleinstadt gibt es auf der Welt nur einen weiteren Ort mit gleichem Namen – in Wisconsin (USA). Crivitz also genau zweimal im ganzen Universum? Falsch! Denn seit kurzem gibt es auf dem Mars einen Krater namens Crivitz, benannt nach der mecklenburgischen Kleinstadt!

Unser Nachbarplanet ist mit einem mittleren Durchmesser von 6.780 km etwa halb so groß wie die Erde. Schon seit langer Zeit steht er unter einem besonderen Interesse; zwischen den beiden Planeten bestehen viele Ähnlichkeiten, etwa in der Tageslänge oder der nahezu gleichen Schiefe der Rotationsachse.

Die Namensgebungen auf dem Mars gehen bis in das Jahr 1879 auf den italienischen Astronomen Schiaparelli zurück. Auf Grund seiner und späterer Teleskopbeobachtungen wurden einzelne Regionen an Hand ihrer Reflektionseigenschaften (Albedo) unterschieden. Die Benennung dieser Albedo-Merkmale unterlag damals allerdings noch keinen Vorgaben. Erst mit der Gründung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) im Jahre 1919 wurde die Nomenklatur der Oberflächenmerkmale von Himmelskörpern reguliert. Eine neue Ära setzte 1957 mit dem Beginn der Raumfahrt ein: Planeten und Monde konnten aus der Nähe betrachtet werden; sehr detaillierte Bilder entstanden. Sprunghaft stieg damit aber auch der Bedarf an Namen für die große Zahl der Neuentdeckungen. Zur Bewältigung dieser wachsenden Anforderungen berief die IAU neue Arbeitsgruppen ein, unter anderem die Working Group for Planetary System Nomenclature (WGPSN).

Für die Nomenklatur der verschiedenen Oberflächenmerkmale existieren genaue Vorschriften. Jeder Name darf auch in Bezug auf andere Planeten nur einmal vergeben werden. Viele Bezeichnungen auf dem Mars, beispielsweise für Berge oder Ebenen, gehen auf die Albedo-Merkmale zurück. Die Namen großer Täler spiegeln das Wort Mars in unterschiedlichen Sprachen wider, kleine Täler werden nach irdischen Flüssen, wie das Nicer Vallis nach dem Neckar, benannt. Auch für Krater gilt diese Zweiteilung. Nach Wissenschaftlern, Schriftstellern oder anderen Personen, welche zur Erforschung des Mars beigetragen haben, heißen die Größeren – z.B. Alexey Tolstoy, Galilaei, Kepler oder Schiaparelli, der mit 471 km Durchmesser größte Marskrater; Kleinere werden nach Städten und Gemeinden mit weniger als 100.000 Einwohnern bezeichnet. So sind bisher neun deutsche Städte Namenspaten. Dazu zählen Bamberg, Bremerhaven, Dessau, Hamelin (Hameln) und seit Neuestem eben Crivitz, übrigens der erste Ort aus Mecklenburg-Vorpommern, der dies von sich behaupten kann! Insgesamt sind bisher etwa 1.500 Mars-Oberflächenformen benannt, davon über 850 Krater.



Dass Crivitz heute auf dem Mars zu finden ist, hat es einer fixen Idee innerhalb der Marsforschung zu verdanken. In den folgenden Jahren startet eine Reihe von Raumfahrtmissionen zu unserem Nachbarplaneten, im Juni 2003 unter anderem die europäische Mission Mars-EXPRESS. Mit an Bord wird eine Stereokamera den Mars umkreisen und hoch auflösende Bilddaten zur Erde liefern, die auch der Erstellung großmaßstäbiger Kartenwerke dienen sollen – ein Projekt, welches an der Technischen Universität Berlin bearbeitet wird. Seit September 2001 bin ich in diesem Projekt beschäftigt und erstelle zurzeit eine Software, die zur automatischen Kartenproduktion aus Mars-EXPRESS Daten dienen soll. Innerhalb meiner Tätigkeit habe ich im April dieses Jahres das United States Geological Survey (USGS) in Flagstaff/Arizona besucht – eine Institution, die über langjährige Erfahrungen in der Planetenforschung sowie in der planetaren Kartographie verfügt.

Eigentlich ist es eher ein Randaspekt, dass am USGS auch die Datenbank der planetaren Nomenklatur verwaltet wird. Aber zur Kartenerstellung benötige ich eben diese Daten für den Mars und kam so mit der zuständigen Mitarbeiterin Jennifer Blue ins Gespräch. Dabei erinnerte ich mich meiner Wurzeln: 1975 in Crivitz geboren, habe ich einen Großteil meiner Kindheit und Jugend dort verbracht. Und genau an meinem Geburtstag bestand nun die Chance, meine Heimatstadt als Namenspaten für den Mars vorzuschlagen; kleinere Krater gäbe es ja noch zu benennen. Diese anfangs nicht ganz ernst gemeinte Idee nahm Jennifer dann jedoch in die Liste der Namensvorschläge auf. Aber immer noch hatte ich nicht damit gerechnet, bald (m)ein Crivitz auf dem Mars zu finden. Bis Anfang September, als ich eine E-Mail von Jennifer erhielt, in der sie mir mitteilte, dass Crivitz

als provisorische Bezeichnung für einen Krater angenommen worden ist. Dies besagt, dass der Name durch die WGPSN geprüft und genehmigt wurde. Damit darf Crivitz in Publikationen verwendet sowie in offiziellen Karten verzeichnet werden. Frühestens auf der nächsten Konferenz im Sommer 2003 kann die IAU den Namen endgültig annehmen; dass sie ihn trotz WGPSN-Prüfung wieder ablehnt, ist eher unwahrscheinlich.

Crivitz ist ein Krater mit 6,1 km Durchmesser, der bei 14,72° südlicher Breite und 185,33° westlicher Länge auf dem Mars liegt. Er befindet sich damit im westlichen Teil des deutlich größeren Kraters Gusev. Die Abbildung zeigt dieses Gebiet, welches in etwa der Größe Mecklenburg-Vorpommerns entspricht. Schon bald könnte Crivitz auf dem Mars ein größeres, weltweites Interesse zuteil werden. Der Grund für die Benennung einiger kleinerer Krater im Gusev-Gebiet liegt in der Tatsache begründet, dass hier Untersuchungen zur Auswahl zukünftiger Landeplätze stattfinden. Wie die Mission Mars-EXPRESS startet im Juni des nächsten Jahres die amerikanische Mars Exploration Rover Mission, welche zwei Landungen plant. Dabei ist Gusev einer von fünf möglichen Landeplätzen für einen der beiden Rover.

Weitere Informationen zur Nomenklatur des Mars und anderer Himmelskörper findet man auf der Internetseite <http://planetarynames.wr.usgs.gov>. Hier gibt es Hintergrundinformationen zur Geschichte sowie zum Reglement bei der Namensvergabe und weiterhin Größen- und Lageangaben sämtlicher benannter Oberflächenmerkmale. Möchte man sich Crivitz ansehen, kann man im Kartenblatt MC23 (1:5M ill.) nach den angegebenen Koordinaten suchen. Auf Grund seines vorläufigen Status' ist der Name in der Karte noch mit einem Sternchen versehen.



Der bemannte Marsflug

Versuch einer kritischen Betrachtung von Sven O. Knuth, Mars Society Deutschland e. V.

„Der Mensch muss sich über die Erde erheben, weil er nur dann die Welt verstehen wird, in der er lebt“ Sokrates, 469 bis 399 v.u.Z.

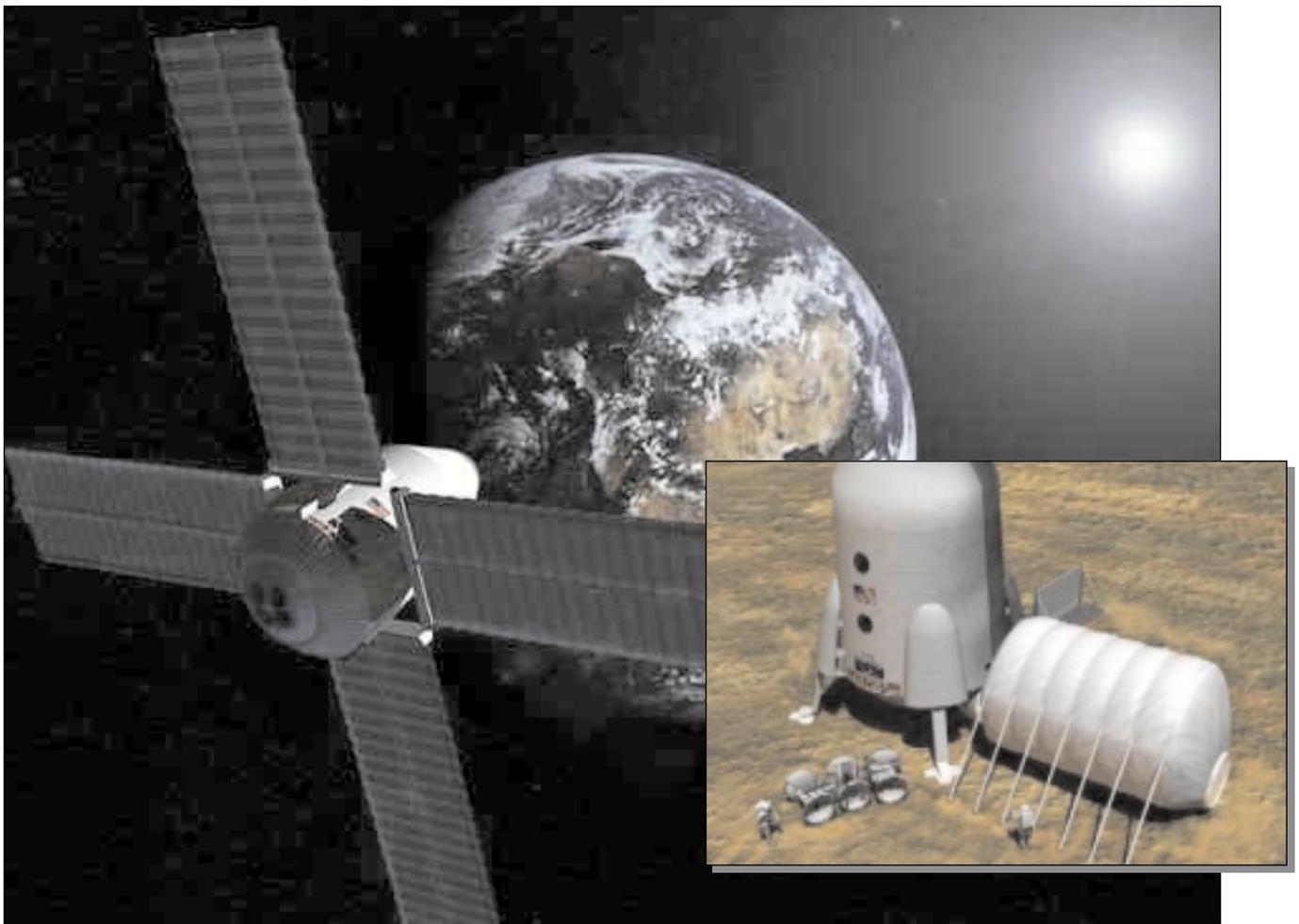
Seit nunmehr fast 50 Jahren gibt es konkrete Überlegungen Menschen zum Mars zu schicken, trotzdem sieht es in absehbarer Zeit nicht danach aus, als würden diese Pläne Wirklichkeit werden. Da drängt sich die Frage auf: Wieso nicht? Ein unbedarfter Mensch fragt sich: Warum muss man überhaupt Menschen zum Mars schicken? Die Frage nach dem „Warum zum Mars?“, hängt stark von persönlichen Präferenzen ab. Ich selber sehe in der menschlichen Neugier einen ausreichenden Grund für die bemannte Raumfahrt, werden wir doch mit Sicherheit Einiges an Wissen durch die unbemannte und bemannte Erforschung des Sonnensystems hinzugewinnen. Oft wird zwar angeführt, dass Sonden alleine das Sonnensystem viel günstiger erforschen könnten, doch bei den 20 Metern Distanz die z.B. der Pathfinder-Rover zurücklegte, möchte ich das bezweifeln. Selbst auf dem Mond sind die Astronauten viele Kilometer bis zu

den interessantesten Stellen gefahren. Und die Aufenthaltsdauer sowie die technische Ausstattung lassen vermuten, dass Astronauten auf dem Mars mehrere tausend Kilometer zurücklegen könnten. Sicher wird die technische Entwicklung voranschreiten, aber einen Geologen vor Ort werden automatische Sonden auch in 20 Jahren nicht ersetzen können.

Lange Zeit war es ruhig, man dachte nicht mehr laut über bemannte Missionen zu anderen Himmelskörpern nach. Seit einiger Zeit zeichnet sich indessen ein Umschwung ab. Beobachtungen unbemannter Raumsonden und Untersuchungen von Mars-Meteoriten haben neue Hinweise auf flüssiges Wasser und möglicherweise sogar Spuren organischen Lebens erbracht und den Roten Planeten stärker ins Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt. In Raumfahrtkreisen wird immer lauter und offensiver über eine bemannte Mars-Mission nachgedacht.

Neue Erkenntnisse werden nicht von heute auf morgen die Menschheit verändern. Aber auch durch das Unterlassen der bemannten Erfor-

schung des Sonnensystems wird nicht ein einziges Problem auf der Erde gelöst. Sparsame Investitionen in die Raumfahrt helfen uns mit Sicherheit nicht weiter. Jedenfalls wurden die Probleme nicht weniger, selbst nicht in Zeiten, in denen die Raumfahrtausgaben sanken. Ich denke vielmehr, die Investitionen werden sich für uns als Menschheit als Ganzes lohnen. Nur ist es nicht absehbar wie, wobei ich hier die Frage nach dem wirtschaftlichen Gewinn zunächst ausklammern möchte. Ich bin der Überzeugung, dass nicht all unser Streben lediglich auf kurzfristigen Gewinn gerichtet sein darf. Dieses Streben hat der Menschheit in den letzten 20 Jahren ebenfalls wenig geholfen. Leider ist die Ausbeute der wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse nicht vorhersehbar – wie immer bei der Grundlagenforschung. Ich möchte an dieser Stelle nur ein Beispiel bringen. In den achtziger Jahren haben Russland und Frankreich zwei Ballone (VEGA-Mission) in der Atmosphäre der Venus fliegen lassen. Durch vergleichende Planetologie hat man die Atmosphären von Venus und Erde besser ana-



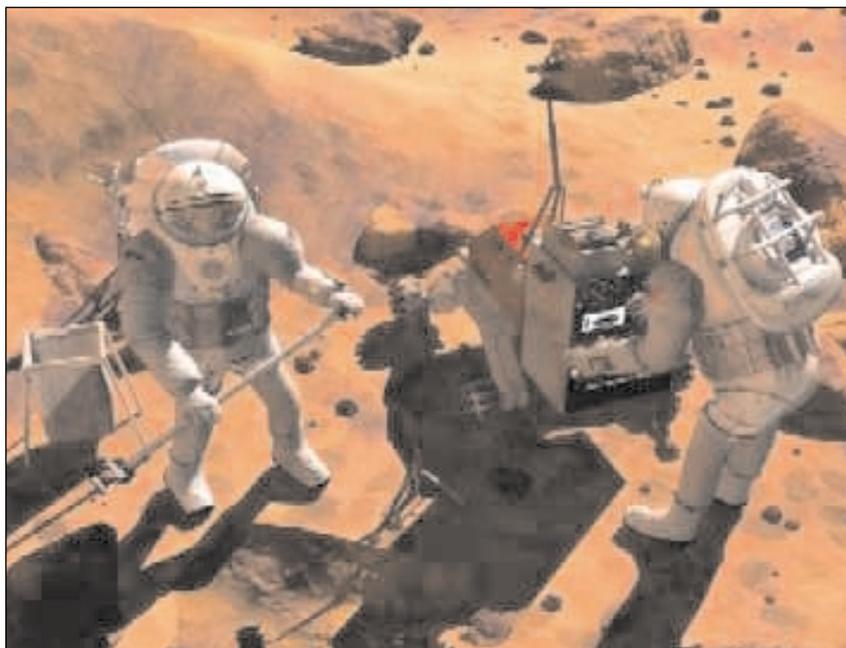


lysieren können. Dieses Verständnis hat maßgeblich dazu beigetragen, das Phänomen des Ozonloches zu erfassen. Wie wir alle wissen, wurden damals zügig entscheidende Maßnahmen gegen die Zerstörung des Ozonloches eingeleitet. Die Folgen einer zerstörten Ozonschicht wären unabsehbar gewesen, gleichzeitig war bei der Planung der VEGA-Mission nicht abschätzbar welche Erkenntnisse uns durch diese Mission eröffnet werden. Für mich ist die Neugier – insbesondere die wissenschaftliche Neugier – Grund genug für bemannte Raumfahrt, speziell für eine bemannte Marsmission. Für Wissenschaftler ist der Mars einer der interessantesten Orte im Sonnensystem, das hat sich bereits bei der Vorbereitung des AURORA-Programms der ESA gezeigt. Die meisten Vorschläge für Missionen, wissenschaftliche Untersuchungen und Technologien innerhalb dieses Vorhabens bezogen sich auf den Roten Planeten.

Das einzige uns bekannte Beispiel existierenden Lebens finden wir auf der Erde. Die relativ junge Wissenschaft der Exobiologie beschäftigt sich mit der Frage, ob es Leben so wie wir es kennen, auch an anderen Orten des Universums, speziell unseres Sonnensystems, gibt. Die Spezies von extremophilen Bakterien auf der Erde hat uns gezeigt, dass Leben nicht nur in moderaten Umgebungen gedeiht, sondern mit starker ionisierender Strahlung, großen Temperaturunterschieden, Sauerstoffmangel und Schwankungen des pH-Wertes fertig wird. Diese Beobachtung führt zu der Frage, ob Extremophile ein Produkt des evolutionären Drucks auf der Erde sind, sich in immer neuen ökologischen Nischen zu versuchen, oder ob Extremophile überhaupt die Ursform des Lebens auf der Erde darstellen könnten. Der Mars stellt mit seiner relativen Nähe ein exzellentes Ziel für bemannte Expeditionen dar. Zusammen mit der Venus gehört er zu den interessantesten und erdähnlichsten Planeten. Der Nachweis von Lebewesen auf einem anderen Planeten stellt eine wissenschaftlich sehr weitreichende Schlussfolgerung dar, die entsprechend sorgfältige Untersuchungen benötigt. Nur mit geologisch und biologisch gebildeten Wissenschaftlern auf der Oberfläche des Planeten können die richtigen Experimente, mit den richtigen Proben stetig wiederholt werden, so dass eine zweifelsfreie Schlussfolgerung möglich ist. Oder können Sie sich vorstellen, dass Miniroboter mit ein paar Dutzend Metern Reichweite die Skelette von Dinosauriern auf der Erde entdeckt hätten? Dabei wäre nicht nur der positive, sondern auch der negative Befund sehr weitreichend für unser Verständnis der biochemischen Entwicklung des Sonnensystems.

Abgesehen von der Erde hat der Mars die interessanteste und verschiedenartigste Oberfläche der beiden erdähnlichen Planeten Venus und Mars. Einige Merkmale der Marsoberfläche sind sehr spektakulär und noch unerklärt:

- Olympus Mons: Der größte Berg des Sonnensystems erhebt sich 20 km über die umgebende Landschaft. Seine Ausläufer erstrecken



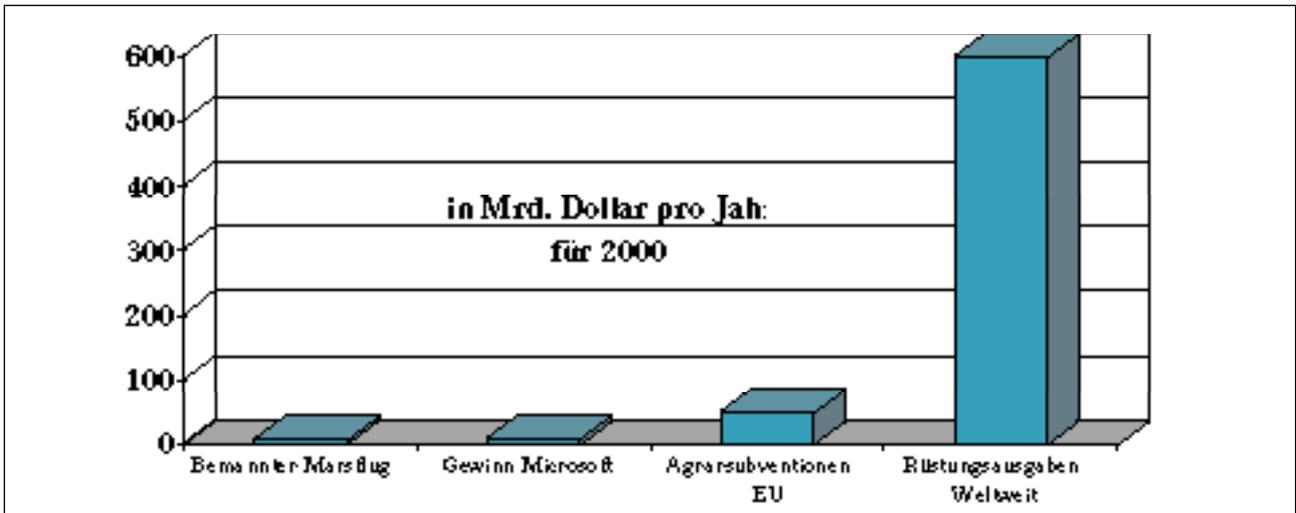
sich mehr als 500 km im Durchmesser und sind durch ein 6 km hohes Kliff begrenzt.

- Tharsis-Plateau: Eine riesige Auswölbung der Marsoberfläche, die 4.000 km im Durchmesser und 10 km in der Höhe misst.
- Valles Marineris: Ein System von Grabenbrüchen, das 4.000 km lang und 2 bis 7 km tief ist. Dagegen wirkt der Grand Canyon in den USA winzig, ist er doch nur 350 km lang und bis zu 1,5 km tief.
- Hellas Planitia: Ein Meteoriteneinschlagkrater auf der südlichen Hemisphäre mit einer Tiefe von 6 km und einem Durchmesser von 2.000 km.

Finden sich denn nun noch andere Gründe für einen bemannten Marsflug? Das APOLLO-Programm hat positive Auswirkungen auf die Wirtschaft und die technische Entwicklung der USA gehabt. Die Firma Fairchild Semiconductors war für die Entwicklung des Mikroprozessors des APOLLO-Kommandomoduls zuständig. Die mit der Entwicklung beauftragten Ingenieure gründeten mit dem im Rahmen des APOLLO-Programms gewonnenen Know-hows kurze Zeit später die Firma Intel (ein heute nicht ganz unbedeutender Hersteller von PC-Prozessoren, der heute jedes Jahr mehr Steuern zahlt als das ganze Mond-Programm gekostet hat). Die gesamte amerikanische Elektronik- und Computerindustrie hat durch das Mondprojekt einen entscheidenden Schritt nach vorne getan, der ohne dieses Vorhaben nicht denkbar gewesen wäre. IBM war Hauptauftragnehmer für die Instrument-Unit, den Gerätering bzw. das „Gehirn“ der Saturn V. Die im Rahmen des Programms gestellten Anforderungen in Bezug auf das geringe Gewicht der Komponenten haben entscheidend zur Entwicklung der Mikroelektronik beigetragen, dem heute mit Abstand wichtigsten

Industriezweig weltweit. Dies gilt auch für die gesamte Ausrüstung der Bodenstationen, die für die APOLLO-Raumfahrtmissionen entwickelt wurde. Die industriellen und technischen Impulse, die vom APOLLO-Programm ausgingen, bedürfen – so denke ich – keiner näheren Erläuterung und können auch von niemandem ernsthaft bestritten werden. Im APOLLO-Programm wurden aufgrund der Größe und Komplexität der gestellten Aufgaben völlig neue Management-Techniken entwickelt. Projektkoordination, die heute von jedem Häuslebauer oder auch von jedem SAP-Berater angewandt werden, haben ihren Ursprung zum Grossteil im APOLLO-Programm bzw. wurden dort perfektioniert. Dieser Management-Spin-Off ist gar nicht hoch genug einzuschätzen. Laut Studien des renommierten Midwest Research Institutes brachte jeder ausgegebene Steuerdollar für das APOLLO-Projekt bis 1989 eine Steuererhöhung von neun Dollar! Die sogenannte Umwegrentabilität ist ein oft vergessener Faktor, ebenso dass der größte Teil der Raumfahrtsgeldausgaben nicht in den Himmel geschossen werden, sondern ganz profan in Gehälter für Ingenieure fließt und die wiederum geben das Geld für Autos und Möbel aus. Raumfahrtsgeldausgaben tragen zum Wirtschaftswachstum bei.

Sehen wir uns doch einmal an, was der bemannte Marsflug überhaupt kosten würde. Ich möchte hier nur zwei Pläne als Grundlage nehmen, einmal die NASA Reference Mission 3.0 und Mars-Direct von Robert Zubrin. Dort kommen die Planer auf Kosten von 30 bis 40 Milliarden US-Dollar. Andere Pläne kommen auf ähnliche Werte. Nehmen wir nun an, dass die geplanten Kosten um 100 % überschritten werden. Dann ergeben sich also Ausgaben von 80 Milliarden Dollar. Das Programm wird etwa 10 Jahre laufen, das ergibt jährliche Aufwendungen von 8 Milliarden Dollar.



Wie die obenstehende Abbildung zeigt, sind die Geldmengen keineswegs gigantisch. Auf der Erde wird jeden Tag wesentlich mehr Geld bewegt, wie für den kompletten Marsflug benötigt wird. Wirtschaftliche Gründe sprechen zumindest nicht gegen den bemannten Marsflug. Technische Gründe scheinen ebenfalls nicht gegen den bemannten Flug zum Mars zu sprechen, gibt es doch eine Vielzahl von Studien und Plänen, die auf vorhandene Technologien aufbauen. Im Wesentlichen scheint ein Schwerlastträger wie die Saturn V oder die Energia-Rakete gebraucht zu werden. Im Rahmen eines zehnjährigen Programms sollte die Lücke geschlossen werden können. Die dann vorhandene Infrastruktur könnte und sollte auch zur Rückkehr zum Mond benutzt werden, außerdem kann damit eine Raumstation im Erdorbit betrieben und ausgebaut werden. Dazu müsste aber ein langfristiges Weltraumerkundungsprogramm aufgestellt werden. Das würde dann über die reine wissenschaftliche Erkundung des Sonnensystems hinausgehen. Das APOLLO-Raumfahrtunternehmen hat gezeigt, dass ein rein projektbezogenes Arbeiten ohne langfristige Strategie eher auf den kurzfristigen Erfolg ausgerichtet ist. So sieht das AURORA-Programm auch nicht nur einzelne Projekte vor, sie werden vielmehr zu einem Ganzen verknüpft. Hans-Arthur Marsiske schreibt dazu in Spiegel-Online: „So faszinierend wissenschaftliche Forschungen auf unserem Nachbarplaneten sein mögen – als alleiniger oder hauptsächlichlicher Grund für eine Entsendung von Astronauten dorthin dürften sie kaum ausreichen, um die nötige gesellschaftliche Unterstützung für ein solches Mammutprojekt zu gewinnen. Wenn ein bemannter Flug zum Mars eine ähnliche Begeisterung entfachen soll wie das Apollo-Programm in den sechziger Jahren, dann nur als kulturelles Projekt der gesamten Menschheit. Der Entschluss, zum Mars zu fliegen, sollte als Entschluss gefasst werden, unseren Nachbarplaneten, wenn möglich, permanent zu besiedeln. Er sollte von dem Willen getragen sein, die Menschheit auf ein neues Niveau zu heben, sie zu einer wahrhaft kosmischen Zivilisation reifen zu lassen. Das allein wäre ein angemessener

Abschluss der Sinfonie vom Aufbruch ins All – und könnte zugleich der Auftakt sein zu einer beispiellosen kulturellen Blüte.“ Wir leben von Visionen und Träumen. Nur die Sehnsucht nach Idealen, nach Perfektion, nach scheinbar unerreichbaren Sternen und die Phantasie treiben die Menschheit an, große Erfindungen zu machen, um wahrhaft nach den Sternen zu greifen. Im Laufe der unternommenen Anstrengungen, um Ideen und Wünsche zu realisieren, werden viele kleine andere Wunder war.

Wer hätte je gedacht, dass ein Fahrrad so leicht sein könnte oder dass meine Kartoffelchips mit Hilfe der Raumfahrttechnik heil in die Tüte kommen. Es ist unabsehbar, welche Fortschritte uns ein bemannter Marsflug bringt, allerdings werden sie sich auch inbarer Münze auszahlen. Deshalb halte ich den bemannten Marsflug für den nächsten Schritt des Menschen in die Zukunft. Wir sollten ihn jetzt beginnen, denn die Zeit ist reif:

Menschen zum Mars!



Sonderteil Antriebe zum Mars



DER IONENANTRIEB

von Horst W. Loeb

Die Story eines Antriebskonzepts

Schon Anfang des 20. Jahrhunderts hatten die drei großen Raketenpioniere – Konstantin Ziolkowski, Robert Goddard und Hermann Oberth – erkannt, dass elektrische Antriebe viel höhere Strahlgeschwindigkeiten erreichen können, als dies durch Verbrennung und Düsenexpansion möglich ist. Doch es dauerte noch mehr als ein halbes Jahrhundert, bis die Technik so weit fortgeschritten war, dass in den USA, in der UdSSR und in Westeuropa erste Labormodelle gebaut und getestet werden konnten. Zunächst probierte man alle nur denkbaren Varianten aus (s. Kasten 1 und 2). Die Spreu musste sich erst vom Weizen trennen.

Im Juli 1964 flog dann die NASA erstmals mit einer ballistischen Rakete zwei Ionentriebwerke, und zwar einen Cäsium-Kontakt-Motor und einen Quecksilber-Kaufman-Antrieb. Das Projekt mit dem Namen „SERT-I“ bewies die zuvor bisweilen angezweifelte Funktionsfähigkeit von Ionentriebwerken im Weltraum.

Im selben Jahr erschien ein Buch „Ion Propulsion for Space Flight“ von Ernst Stuhlinger, dem wissenschaftlichen Direktor des Marshall Space Flight Centers in Huntsville. Wernher von Braun soll den Verfasser hierzu mit den Worten motiviert haben: „Professor Oberth hat mit vielen seinen Prognosen Recht behalten. Ich wäre gar nicht überrascht, wenn wir eines Tages elektrisch zum Mars flögen.“

Neben Stuhlinger selbst konzipierten auch W.E. Moeckel, H. Brown, R.J. Beale und auch der Autor dieses Artikels (s. AIAA-81-0707, IAF-

90-231 und IAF-92-0619) bemannte, elektrische Raumschiffe.

Mit dem Ende der Apollo-Ära und der beginnenden Kommerzialisierung des erdnahen Welt- raums schwand jedoch das Interesse an bemannten Marsmissionen. Ein hierfür schon vorentwickelter 1,50 m großer Ionenmotor der NASA wanderte ebenso ins Museum wie alle Kernreak- torkonzepte und die nuklear-thermischen Trieb- werke des Nerva-Projekts.

Und die elektrischen Triebwerke wurden fast zwei Jahrzehnte auf Sparflamme gehalten. Man brauchte sie (noch) nicht. Zudem erhöhten einige fehlgeschlagene Raumtests die Vertrauens- barriere bei den nun überwiegend konservativ denkenden Planern.

Dies änderte sich erst in den 90-er Jahren, als die Nutzsatelliten immer schwerer bzw. teurer und die interplanetaren Missionen immer schwieriger bzw. anspruchsvoller wurden. Man entsann sich wieder der konzeptionell großen Vorteile des Ionenantriebs und dieser verlor nun das Image eines „advanced, non-conventional“ Systems, was ja oft mit „unreif“ gleichgesetzt worden war.

Vor- und Nachteile

Bekanntlich kranken alle chemischen Raketen- systeme am prinzipiell begrenzten spezifischen Heizwert der Treibstoffkombinationen. Als direk- te Konsequenz erreichen selbst die besten, mit Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff betrie- benen Motore nur Strahlgeschwindigkeiten von 4,3 km/s (bzw. spezifische Impulse von 430 s).

Man nimmt bekanntlich das Stufenprinzip zu Hilfe, was allerdings auf Kosten des Nutzlastver- hältnisses geht – im Falle der Apollo-Mission kamen nur 0,16 % der Startmasse wieder zur Erde zurück. Auf interplanetaren Strecken führte man zudem die Schwerkraftumlenkung an gros- sen Himmelskörpern ein – doch Swingby-Ma- növer erfordern oft Umwege und verlängern so die Flugzeit.

Hier können nun die Ionenantriebe ihren größten Vorteil in die Waagschale werfen: Lädt man nämlich den Treibstoff elektrisch auf (anstatt ihn zu verbrennen) und beschleunigt dann die so erzeugten Ionen durch elektrische Felder auf 1000 bis 2000 Volt (s.a. Kasten 1 und 2), so erreicht man spielend 10-mal höhere Strahl- geschwindigkeiten als mit den besten Verbren- nungstriebwerken.

Nun hat schon Ziolkowski gezeigt, dass das Antriebsvermögen einer Rakete der Treibstoff- geschwindigkeit direkt proportional ist. Bei glei- chem Massenverhältnis, d.h. Treibstoffanteil, ist demnach das Antriebsvermögen einer Ionen- rakete auch 10-mal höher als das einer klassi- schen Rakete. Alternativ könnte man bei glei- chem Antriebsbedarf sehr viel Treibstoff sparen und entsprechend mehr Nutzlast mitnehmen.

Erübrigt sich dann vielleicht sogar das Stufen- prinzip bei Starts von der Erde? Leider nicht, denn alle elektrischen Raketen haben auch einen großen Nachteil: Ihr Treibstoff ist nur „Stützmas- se“ aber kein Energieträger. Ionenantriebe brau- chen deshalb eine „Steckdose“, z.B. großflächige Solarpanels. Das Problem ist hierbei nicht so sehr das zusätzliche Gewicht – es gibt ja heute

Kasten 1

Einteilung und Arbeitsweise elektrischer Triebwerke

In elektrischen Raketentriebwerken wird die mit Hilfe von Solarzellen oder mit einem Kernreaktor gewonnene Primärenergie zunächst elektrisch aufbereitet und danach auf den Treibstoffstrahl übertragen. Dies kann auf drei Arten erfolgen:

1. In **elektrothermischen Triebwerken** wird der Treibstoff in einem Lichtbogen aufgeheizt, der in einer Überschalldüse brennt. Solche „Arcjets“ sind zwar einfach im Aufbau, erreichen aber keine hohen Strahlgeschwindigkeiten.
2. In **elektromagnetischen Triebwerken** ionisiert man den Treibstoff z.B. durch einen Lichtbogen; dann beschleunigt man das elektrisch geladene Gas (das „Plasma“) mit Hilfe einer magnetischen Düse (d.h. durch Lorentz-Kräfte) auf hohe Geschwindigkeiten. Solche MPD- oder Plasma-Triebwerke liefern relativ hohe Schubdichten. Allerdings sind Wirkungsgrad und Lebensdauer begrenzt.
3. In **elektrostatischen Triebwerken** wird der Treibstoff in einer Gasentladung ionisiert. Durch elektrische Felder (d.h. durch Coulomb-Kräfte) werden aus dem Entladungsplasma nur die schweren, schubrelevanten Ionen extrahiert, beschleunigt und zum Antriebsstrahl gebündelt. Solche Ionen-Triebwerke erreichen hohe Strahlgeschwindigkeiten (bis über 50 km/s), einen effektiven Wirkungsgrad (bis zu 80 %) und eine lange Lebensdauer (bis über 20.000 h). Allerdings benötigen sie eine Elektronenquelle zur Strahlneutralisation.

Der Schub F eines Ionentriebwerks hängt vom Strahlstrom J und der angelegten Beschleunigungsspannung U ab:

$$F = J \cdot \sqrt{2mU / q}$$

Man bevorzugt einfach geladene Ionen ($q = e$) hoher Atommasse m ; Standardtreibstoff ist heute das schwere Edelgas Xenon. Es ist zwar teuer, kontaminiert aber den Flugkörper nicht.

Sonderenteil Antriebe zum Mars



ultraleichte Ausführungen – sondern die Leistungsbegrenzung: Selbst mit den größten heute verfügbaren Sonnenzellenflügeln (von weit über 10 kW Leistung) kann man pro Sekunde nicht tonnenweise, sondern nur grammweise den Treibstoff elektrisch beschleunigen.

Die Schubkraft eines Ionentriebwerks wird deshalb bestenfalls in Newton gemessen und nicht in Tonnen wie bei chemischen Raketenstufen. Ja, ein Ionenmotor von z.B. 10 kg Gewicht könnte sich nicht einmal selbst vom Erdboden abheben. Das Fazit: Elektrische Triebwerke produzieren zwar sehr schnelle, aber eben nur sehr dünne Antriebsstrahlen und sie benötigen deshalb auch sehr lange Schubzeiten, typischerweise ein Jahr. Diese Nachteile sind jedoch im schwerkraftfreien Weltraum und bei langen Missionszeiten irrelevant. Dort können die elektrischen Aggregate ihre Vorteile voll zur Geltung bringen.

Unbemannte Einsätze

Ionenraketen werden die chemischen Antriebe also nicht ersetzen, wohl aber ergänzen, und zwar dann, wenn es im Raum „schwierig“ wird. Zurzeit sind mehr als zwei Dutzend Ionensysteme auf geostationären Nachrichtensatelliten installiert, wo sie Bahnstörungen, hervorgerufen durch Sonne und Mond, kompensieren müssen, damit der Flugkörper nicht in Nord-Süd-Richtung driftet. Ihr kommerzieller Nutzen liegt auf der Hand: Da sich die Korrekturimpulse aus Treibstoffmasse mal Treibstoffgeschwindigkeit zusammensetzen, bringt eine Steigerung der Strahlgeschwindigkeit um den Faktor 10 eine 90-prozentige Treibstoffeinsparung. Damit lassen sich z.B. entsprechend mehr TV- bzw. Telefonkanäle installieren und/oder die Betriebszeiten der Satelliten verlängern. Oder es können bei gleicher Ausrüstung und Betriebszeit kleinere und billigere Startraketen verwendet werden.

Natürlich lassen sich mit Hilfe der fein dosierbaren Ionenschübe auch Bahnstörungen ausgleichen, die etwa durch Luftreibung verursacht werden. Dies wird auf dem Erd- und Ozean-Überwachungssatelliten „GOCE“ der ESA geschehen, der auf einer stark elliptischen Bahn mit niedrigem Perigäum umlaufen wird.

Schon jetzt gibt es eine Weltpremiere: Der fast eine Milliarde Euro teure ESA-Satellit „Artemis“ ist wegen eines Fehlers in der Ariane 5-Oberstufe in 31.000 km Höhe „gestrandet“. Zum Glück befinden sich kleine Ionentriebwerke an Bord, die eigentlich nur zur erwähnten Nord-Süd-Bahnkontrolle vorgesehen waren. Die ESA macht nun aus der Not eine Tugend und benutzt ein deutsches „RIT-10“-Ionentriebwerk (s. Kasten 2 und Zeichnung), um Artemis auf einer sich langsam aufweitenden Spiralbahn in den 36.000 km hohen Sollorbit anzuheben.

Damit wird ein neues Kapitel im Anwendungsspektrum elektrischer Aggregate aufgeschlagen: Ionenmotoren als Marsantrieb für Bahnübergänge im Erdfeld.

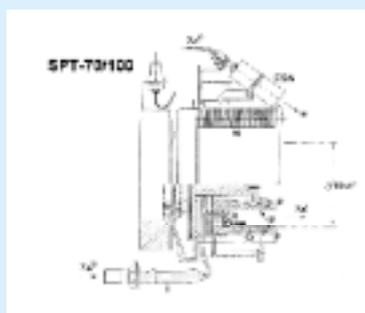
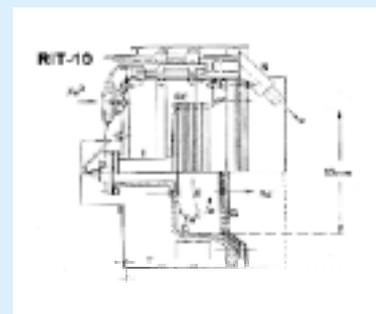
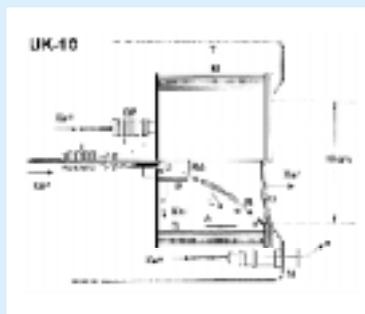
Das gleiche gilt natürlich auch für alle Bahnübergänge im Gravitationsfeld der Sonne – das sind nämlich die interplanetaren Flüge. Es begann im Herbst 1998, als die NASA einen solar-elektrisch

Kasten 2

Haupttypen von Ionentriebwerken

Im Konkurrenzkampf zwischen einem Dutzend verschiedener Ionen-Triebwerkstypen haben sich drei Konzepte durchgesetzt:

1. Das **Bombardment- oder Kaufman-Triebwerk** der NASA arbeitet mit einer Gleichstromentladung, die zwischen einer zentralen, vom Treibstoff durchströmten Hohlkathode und einem Anodenring brennt. Hilfsmagnete spiralen die Elektronenbahnen auf, um die Stoßwahrscheinlichkeit zu erhöhen. Eine Anordnung aus zwei vielfach gelochten, scheibenförmigen Hochspannungselektroden, den sogenannten Grids, beschleunigt die in der Entladungskammer erzeugten Ionen. Das auch von den Briten und Japanern übernommene Konzept besitzt ausgezeichnete Wirkungsgrade, ist aber stör anfällig.
2. Das **Radiofrequenz-Ionentriebwerk „RIT“** verwendet eine elektrodenlose Hf-Gasentladung zur Ionisation des Treibstoffs. Hierzu wird die Induktionsspule eines 1 MHz-Generators außen um das keramische Entladungsgefäß gelegt. Das Konzept, das an der Universität Gießen entwickelt und von Astrium-München industrialisiert wurde, zeichnet sich durch seine hohe Lebensdauer, die Betriebssicherheit und ein einfaches Regelverhalten aus. So lief ein 10 cm-Aggregat „RIT-10“ in der Testkammer der ESTEC, Noordwijk, problemlos 20.000 Stunden.
3. Das **Hall-Ionentriebwerk „SPT“** der Russen, das u.a. auch von Frankreich übernommen wurde, verwendet keine Grids. Zwischen einer äußeren Hohlkathode, die zugleich als Strahlneutralisator wirkt, und einer Anode brennt in der ringförmigen Ionisierkammer eine Gleichstromentladung. Die erzeugten Treibstoffionen werden im Entladungsfeld zum Triebwerksausgang hin beschleunigt. Ein starkes radiales Magnetfeld zwingt die Entladungselektronen auf Kreisbahnen (zu sogenannten Hall-Strömen). Durch diese Raumladungskompensation werden hohe Strom- bzw. Schubdichten erreicht. Zudem zeichnen sich die SPTs durch Kompakt- und Robustheit aus. Andererseits erreicht man nur mäßige Strahlgeschwindigkeiten (bis 25 km/s), geringere Wirkungsgrade und kürzere Standzeiten als bei den mit Grids ausgestatteten Typen.



Schema- und Schnitzzeichnungen des englischen Kaufman-Triebwerks „UK-10“, des deutschen Hf-Ionentriebwerks „RIT-10“ und des russischen Hall-Triebwerks „SPT-70/100“. A = Anode, B = Magnetfeld, BA = Baffle, C = Kathode, E = elektrisches Feld, e = Elektronen, G = Gitterelektrode, GA = Beschleunigungselektrode, GD = Brems-elektrode, GH = Plasmahalteelektrode, I = Isolator, M = Magnet, N = Neutralisator, P = Magnetpol, Q = Ionenquelle, RC = Hochfrequenzspule, Xe = Xenon.

Sonderteil Antriebe zum Mars



angetriebenen Demonstrationsflug „Deep Space One“ startete. Der relativ kleine Flugkörper wurde von nur einem, gedrosselt laufenden 30 cm-Kaufman-Ionenmotor angetrieben. Im Verlauf von 3 Jahren wurden damit zwei Asteroiden und ein Komet aus der Nähe fotografiert. In Kürze wird auch die ESA eine kleine Vorläufermission „SMART-1“ zum Mond schicken. Als Antrieb wurde ein französisches SPT-Aggregat gewählt. Wesentlich anspruchsvoller als diese Pfadfinderflüge wird die europäische Cornerstone-Mission „Bepi Colombo“ zum Merkur gegen Ende dieses Jahrzehnts werden. Ionentriebwerke sollen dann Orbiter und sogar ein Landegerät zum sonnennächsten Planeten bringen.

Als Faustformel für derartige Flüge gilt, dass man mit Hilfe des Ionenantriebs die Nutzlast im Vergleich zur bisherigen Technik verdoppeln und zugleich die Flugzeit halbieren kann.

Der bemannte Marsflug

Nachdem die Möglichkeit, fossile oder gar lebende Organismen auf unserem Nachbarplaneten zu

finden, die Öffentlichkeit fasziniert hat, wird der bemannte Marsflug wieder ernsthaft ins Auge gefasst. Dabei stellt sich natürlich die Frage, ob hierbei nicht die signifikanten Vorteile des Ionenantriebs genutzt werden sollten, selbst wenn nur von Trajektorien Erdorbit zu Marsorbit die Rede sein kann und Starts bzw. Landungen von und auf den Himmelskörpern weiterhin chemisch durchgeführt werden müssten.

Bei aller Begeisterung für einen solchen Flug darf man jedoch nicht vergessen, dass bemannte Marsschiffe 50- bis 100-mal schwerer sein und entsprechend höhere Schübe erfordern werden als die größten unbemannten Raumsonden.

Vorsichtig geschätzt, müsste ein elektrisches Marsschiff mindestens 200 t schwer sein, einen Schub von 150 N erfordern und eine Energiequelle von 5 MW benötigen.

Zurzeit werden in den USA 60 cm große Ionentriebwerke mit je etwa 1,5 N Schub konzipiert, so dass man 100 von ihnen bündeln müsste. Dies wäre weniger ein technisches, als vielmehr ein budgetäres Problem. Als 5 MW-Steckdose kämen Solaranlagen kaum in Betracht, selbst

wenn zusätzlich Lichtkonzentratoren vorgesehen würden. Man müsste wohl einen speziellen Kernreaktor entwickeln, was übrigens auch schon diskutiert wird. Dieser „Space Nuclear Reactor“ müsste 1000-mal leistungsstärker sein als die russischen „Topaz“-Anlagen, die schon 35-mal geflogen sind; er wäre allerdings auch um drei Größenordnungen kleiner als irdische AKWs.

Wägt man die Für und Wider ab, so wird wohl der erste bemannte Marsflug (vermutlich im Jahre 2020) konventionell durchgeführt werden. Sollte aber später eine permanente Station auf unserem Nachbarplaneten errichtet oder dieser gar kolonisiert werden, käme man auch aus Kostengründen um nuklear-elektrische Raumfahrten nicht herum, die im Rundflug bzw. Pendelverkehr ständig unterwegs wären. Nach dem Andocken an einer Erdaußenstation würden diese Nachschubgüter sowie neue Marsfahrer aufnehmen und Treibstoff nachtanken. Im Zielorbit würden sie dann Landegeräte absetzen und von Zubringerraketen Rückkehrer übernehmen.

Horst Löb, Uni Giessen.

Hätte die deutsche Raumfahrt heute noch mehr solcher Adressen!

Von Dipl.-Ing. Hartmut Sänger

Prof. Dr. Löb, gerade 70 geworden, studierte und lehrte in Giessen experimentelle Physik. Seine Vorlesungen gaben einen kompletten Überblick über die vollzogene raumfahrttechnische Entwicklung und eine analytische Aussicht über das künftig Vorstellbare. Sein eigentliches Thema aber waren und sind die elektrischen Antriebe. Ionen- und Plasmatriebwerke haben auf Grund ihrer hohen Auspuffgeschwindigkeit gegenüber chemischen Raketenmotoren einen wesentlich höheren Schub pro Treibstoffmasseneinheit, führen also zur Treibstoffersparnis. Der geringe Gesamtschub (auf Grund der im Raum verfügbaren begrenzten Energie) beschränkt den Einsatz allerdings auf Missionen jenseits unserer Atmosphäre, wie zum Beispiel von einfachen Ionentriebwerken für die Lageregelung von Satelliten, von nuklear elektrischen Ionentriebwerken beispielsweise für eine künftige Marsmission oder von magneto-plasmadynamischen Antrieben ebenfalls für Planetenmissionen bis hin zu den heute noch hypothetischen Antimaterietriebwerken über die Grenzen unseres Sonnensystems hinaus.

Prof. Löb stellt seine Kompetenz darüber hinaus Gesellschaften wie der Internationalen Astronautischen Föderation, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, ehemals der Hermann Oberth Gesellschaft und heute alleine der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, über 12 Jahre als Vorstandsmitglied, zur Verfügung. Sein internationaler Ruf gründet sich aber vor allem auf seine wissenschaftliche Arbeit. Anfang

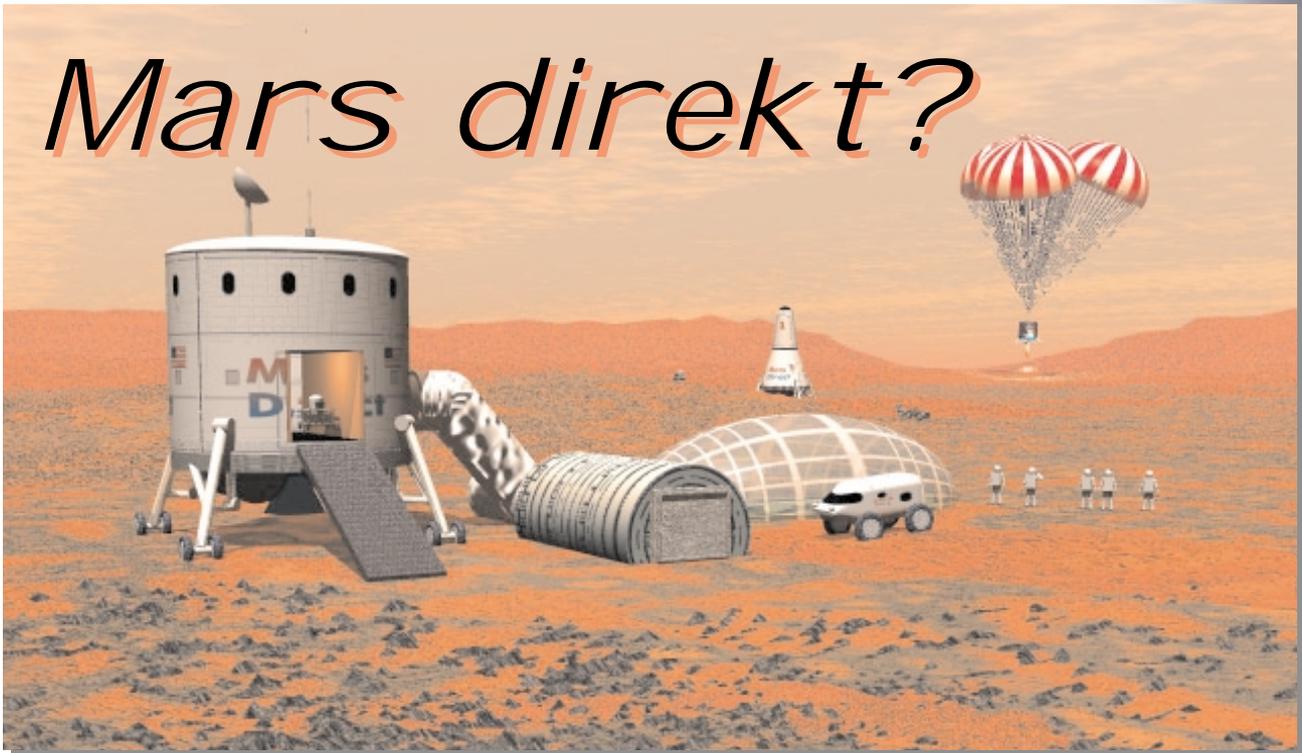
der 90er Jahre entstand beispielsweise mit Fortuna ein russisch-europäischer Programmorschlag, mit verfügbaren Technologien eine Plutosonde zu bauen. Leider ist man wegen mangelnder Finanzen damit bis heute nicht weiter gekommen, hat aber auch keine überzeugenderen Alternativvorschläge erfahren. Fortschritte gemacht hat man aber mit den Ionentriebwerken. Auf einer Ariane 5 startete 2001 mit Artemis ein erstmals mit 4 solcher Triebwerke ausgerüsteter

Nachrichtensatellit. Nach dem durch einen Fehler verursachten vorzeitigen Brennschluss der chemischen Ariane-Oberstufe verwendet man jetzt diese ursprünglich nur zur Bahnkorrektur vorgesehenen Ionentriebwerke, um schließlich die angestrebte geostationäre Bahn noch zu erreichen. Ein erfolgreicherer Beweis für Horst Löbs Arbeit ist kaum möglich. Seinen Konzepten und Ideen gehört die Zukunft der Raumfahrt.





Mars direkt?



Dr. Robert Zubrin schlägt für den bemannten Flug zum Mars einen sogenannten Schwerlastträger vor. Dieser soll von der Erdoberfläche aus seine Oberstufe als quasi interplanetarisches Raumschiff direkt in Richtung Mars senden. Zubrin berechnet diesen Weg als kostengünstigste und vermutlich am schnellsten verwirklichte Alternative, um die notwendigen Transportkapazitäten für die bemannte Erforschung des Mars zu schaffen. Das bedeutet aber gleichzeitig, dass speziell für diesen Missionstyp ein schwerer Träger neu entwickelt werden müsste. Ein Träger, der ähnlich der Saturn V eine äußerst zuverlässige Technologie beinhalten muss und gleichzeitig aber immer nur einmal verwendet werden kann. Die bemannte Erforschung des Weltalls kann sich aber auch viele andere Ziele vorstellen. Eine erdumlaufende Außenstation wie die ISS, die Wartung anderer erdumlaufender Forschungseinrichtungen, den Erdmond, verschiedene, für Außenstationen geeignete Librationspunkte, Asteroiden und vielleicht den Jupitermond Europa. Die in nächster Zeit verwirklichtbaren Technologien beschränken die möglichen Ziele dabei vorerst auf das innere Sonnensystem. Es gibt aber auch einen alternativen Weg. Dieser würde erst mit einem wiederverwendbaren Fahrzeug in eine sogenannte niedrige Umlaufbahn führen, wobei diese ersten 500 km gegen die Kräfte von Atmosphäre und Erdanziehungskraft aber auch schon den energetisch aufwendigsten Teil der Reise darstellen. In der niedrigen Umlaufbahn müssten dann die interplanetaren Fahrzeuge aus vielleicht maximalen 20 t schweren Modulen zusammengesetzt und für die Reise vorbereitet werden. Obwohl das Konzept wiederverwendbarer Raumtransporter seit 70 Jahren besteht, geht deren

Verwirklichung nur mühsam und in kleinen Schritten voran. Die westlichen Entwicklungen der 60er und 70er Jahre unter dem Einfluss des Kalten Krieges fanden ohne jeglichen Kostendruck statt. So entstand eine große und schwerfällige Trägerindustrie. Der Challenger-Unfall im Jahre 1986 schloss dann das Space Shuttle aus dem kommerziellen Markt aus und die Wiedereinführung der amerikanischen ballistischen Träger entwickelte sich langsam und kostspielig. Seit dem Zerfall der Sowjetunion erschienen weitere Systeme wie „Proton“ und „Zenit“ aus der russischen Föderation und der „Lange Marsch“ aus China. Lockheed Martins wiederverwendbares Konzept, VentureStar, war dagegen ein sehr wagemutiger Entwurf. Lockheed Martin hat sich das Ziel gesetzt, den wiederverwendbaren Raumtransporter, VentureStar, so zu definieren, dass die Kunden weniger als \$ 3.000 pro Kilogramm Nutzlast in eine niedrige Erdumlaufbahn (LEO) bezahlen sollten. Die gegenwärtigen Kosten variieren zwischen \$ 15.000 und \$ 30.000 pro Kilogramm. Dass die NASA Lockheed Martin für ein Entwicklungsprogramm auswählte, zeigt, dass das seinerzeit anspruchsvollste Konzept die Phantasie der amerikanischen Raumfahrtbehörde und Regierung überzeugt hatte. Es schien, dass die Versprechen von VentureStar am besten zur Aufgabe der NASA, zu neuen Ufern in der Luft- und Raumfahrttechnologie zu führen, passten. Im Gegensatz zu mehrstufigen Fahrzeugen, muss jedes Kilogramm der Struktur eines Einstufers (SSTO) wie „VentureStar“, in die Umlaufbahn gebracht werden. Einer der Hauptnachteile ist, dass jegliches Gewichtswachstum im Design direkt die Fähigkeit, die erwünschte Nutzlast in eine Umlaufbahn zu bringen, reduziert. Bei-

spielsweise wird eine 1 %ige Zunahme des Trockengewichts eine mögliche Nutzlast um 3,4 % verringern und bei einer 30%igen Nettogewichtszunahme würde die Nutzlast völlig wegfallen oder gar negativ werden. Die Trägerhersteller sind sich der Vorteile des Betriebskostenpotentials von wiederverwendbaren Fahrzeugen bewusst, sie scheuen aber bisher den Versuch, den technischen Durchbruch eines Einstufers zu bewältigen. Tatsächlich wird der künftige Weg der Fahrzeugentwicklung wohl zu einem zweistufigen Entwurf führen. Dafür gibt es mehrere Gründe. Erstens benötigt ein erfolgreiches Programm für einen einstufigen Raumtransporter die Verfügbarkeit bisher noch nicht vorhandener Technologien. Zweitens gibt es keinen eindeutigen Beweis, dass ein einstufiges Fahrzeug überhaupt kostengünstiger zu unterhalten ist, als ein zweistufiges. Dass der Einsatz eines Einstufers in vielleicht 10 Jahren nicht möglich sein wird, ist ein weiterer Grund und wahrscheinlich werden Entwicklung, Test und Nachweisverfahren noch einige Zeit mehr benötigen. Ein betriebsbereiter Zweistufiger könnte dagegen innerhalb weniger Jahre bereit stehen. Ein neuer und überzeugender Versuch, den Preis von Raumtransport zu reduzieren, sollte mit der Definition einiger wesentlicher Grundlagen und vernünftiger Annahmen beginnen. Beginnen mit praktikablen und naheliegenden Einschränkungen bei der Verwendung der Technologie, der Designwerkzeuge und Anwenderschnittstellen. Zur Erinnerung sei gesagt, dass die Grundlagen für ein Niedrigkostenkonzept hohe Einsatzfrequenzen und schnelle und günstige Wartungsintervalle sind. Diese Voraussetzungen führen praktisch zu einer zweistufigen Raumtransport-

Sonderteil Antriebe zum Mars



entwicklung, welche die Startkosten drastisch reduzieren könnte.

Kurzfristig wird ein solches System unter Verwendung verfügbarer Technologien, zu vertretbaren Entwicklungskosten und innerhalb eines knappen Zeitrahmens gebaut und zu einem Bruchteil der heutigen Betriebskosten eingesetzt werden können. Mittelfristig kann ein zweistufiges System auch Entwicklungsträger für Gewichts- und Leistungsverbesserungen werden, mit dem Ziel, die Betriebskosten weiter zu senken. Langfristig kann ein zweistufiges System zum Prüfstand für Betriebskosten, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit eines Einstufers werden. Auf ein solches Transportsystem kann dann entsprechend nach der Entwicklung neuer Komponenten zurückgegriffen werden.

Dagegen ist es möglich, ein wiederverwendbares 2stufiges Raumtransportsystem (TSTO) mit verfügbaren Technologien zu entwerfen und zu bauen. In den letzten 35 Jahre hat die Raumfahrtfor-



Der SSME-Antrieb



schung und -industrie Entwicklungen gesammelt, getestet und Flugdaten über alle benötigten Technologien für ein 2stufiges wiederverwendbares Raumtransportsystem erstellt. Das einzige verbleibende Hindernis sind der Mangel am Willen und an der Geschlossenheit zum Vorgehen. Ballistische Träger haben derzeit einen Nettomassenanteil von 10 % bis 13 %. Ohne die Einführung von neuen Technologien, muss die Summe der Verbesserungen für eine Wiederverwendbarkeit einige zusätzliche Prozent beitragen. Ein zweistufiges Fahrzeug, das für die Unterstufe LOX/Kerosin und für die Oberstufe LOX/LH2 Antriebe verwendet, würde für die einzelnen Stufen Nettomassenanteile zwischen 15% und 16% erlauben. Ein solches Design würde absehbar zu einem funktionstüchtigen wiederverwendbaren Raumtransporter führen können.

Auch der einfachste Entwurf eines zweistufigen wiederverwendbaren Raumtransporters wird eine Herausforderung an Designer und Ingenieure sein, aber viele der Schlüsselkomponenten sind schon vorhanden. Tatsächlich erlauben wiederverwendbare Träger eine deutliche Kürzung der Flugkosten, weil die Hardware über eine große Anzahl von Flügen amortisiert werden kann.

Berechnungen weisen auf eine Kostenreduktion für einen Zweistufer mit LOX/LH2 Orbiter- und LOX/Kerosin Unterstufe um den Faktor 3 gegenüber den aktuellen ballistischen Trägern hin. Letztendlich werden wir aber erkennen, dass Entwicklung und Betrieb eines einstufigen Systems Vorteile gegenüber einem zweistufigen wiederverwendbaren System bietet. Inzwischen ist der logische Weg zur Senkung der Startkosten der evolutionäre Schritt in Richtung zu einem einstufigen Raumtransporter. Wir können bereits einen zweistufigen, teilweise wiederverwendbaren Träger bauen und fliegen. Jetzt könnten wir die in den letzten 35 Jahren gewonnenen Grundlagen nehmen und sie für ein kleines unbemanntes, wiederverwendbares und zweistufiges Fahrzeug anwenden. Der beschriebene Zweistufer benötigt keine neuen Technologien. Trotzdem bleiben eine Reihe von Herausforderungen an Fahrzeugentwurf und Entwicklung.

Das Antriebssystem bildet den Kern des Fahrzeugs. Da vorerst keine neuen Hauptantriebe für ein solches Fahrzeug zu erwarten sind, beschränken sich die Optionen auf vorhandene Aggregate. Das Angebot der vorhandenen LOX/LH2 Motoren ist begrenzt. Die wahrscheinlichsten

Kandidaten sind SSME, RL-10, J-2, RD-0120 oder Vulcain (HM-60). Die ersten drei sind U.S. Motoren, der vierte kommt aus der Russischen Föderation und Ursprung des letzten, eigentlich nicht mehr aktuellen, ist Europa.

Größe und Verbrauch dieser Motoren beeinflussen die Fahrzeugleistung bezüglich der möglichen Nutzlast. Glücklicherweise gibt es eine größere Auswahl an vorhandenen LOX/Kerosin-Motoren. Die richtige Auswahl der Motoren und Stufenanteile für einen definierten Missionsbedarf führt schnell zu funktionsfähigen Fahrzeugkonfigurationen für einen künftigen Zweistufer. Der kommerzielle Ansatz zur Entwicklung eines neuen zweistufigen Raumtransporters kann auf irgendeinem Szenario basieren. Das ausgewählte wird jedenfalls aus drei Entwicklungsphasen bestehen, welche sich über ungefähr 4-5 Jahre erstrecken.

Das wichtigste Ziel der 1. Phase wird die Demonstration der technischen und betrieblichen Durchführbarkeit werden, die Entwicklung der Organisationsfähigkeit, die Beschaffung ausreichender Mittel für die Entwicklung eines Prototypensystems und einer Betriebsflotte und die Sammlung technischer und betrieblicher Erfahrungswerte und Sachkenntnisse.

Die 2. Phase würde aus Entwurf, Entwicklung, Herstellung und Prüfung der Systemelemente bestehen.

Phase 3 würde Prüfungen auf Systemebene und Leistungsdemonstration inklusive einer Reihe von Demonstrationsflügen beinhalten.

Die gesamte Investition für eine Flotte von zwei Fahrzeugen, mit einer LEO-Nutzlast von 2.000 bis 4.000 kp, die bis zu 20 Starts pro Jahr ausführen kann und für eine Lebensdauer von 50 bis 100 Starts ausgelegt ist, wird auf \$ 600 bis \$ 800 Millionen berechnet. Dieses vorgeschlagene System ist für Startkosten von \$ 750 – \$ 1.100 pro Kilogramm ausgelegt. Mit erhöhten Startraten könnten die Transportkosten weiter fallen.

Kritiker am Zweistufer argumentieren, dass ein solches Design die doppelten Entwicklungs- und Betriebskosten benötigt. Jedoch würden Masse und Größe eines Zweistufers gegenüber einem Einstufer um ein Drittel kleiner sein, also beide Stufen zusammen viel leichter und kleiner als ein Einstufer werden. Der Zweistufer ist besonders bei der Unterstufe viel unempfindlicher gegenüber Gewichtszunahmen während der Entwicklung. Die Unterstufe kann mit wesentlich weniger exotischen Baustoffen als die Oberstufe oder als ein Einstufer gebaut werden, was zu deutlich niedrigeren Entwicklungs- und Wiederbeschaffungskosten führen kann.

Vom technologischen Gesichtspunkt ist der Einstufer ein aufregendes und herausforderndes Ziel. Aber wieder lassen die U.S.A. die Tür offen stehen. Ein konservativerer Entwurf war schon einmal die bessere Entscheidung, um mit günstigen Transportkosten und Zuverlässigkeit den Markt zu bedienen. Dieser Erfolg könnte sich jetzt noch einmal wiederholen und die erfolgreiche Umsetzung den vielleicht wichtigsten Schritt für die Bereitschaft darstellen, an die großen Aufgaben der bemannten Raumfahrt heran zu gehen.

Sonderteil Antriebe zum Mars



Europäische Mars Mission mit Schwerlastträger A5M

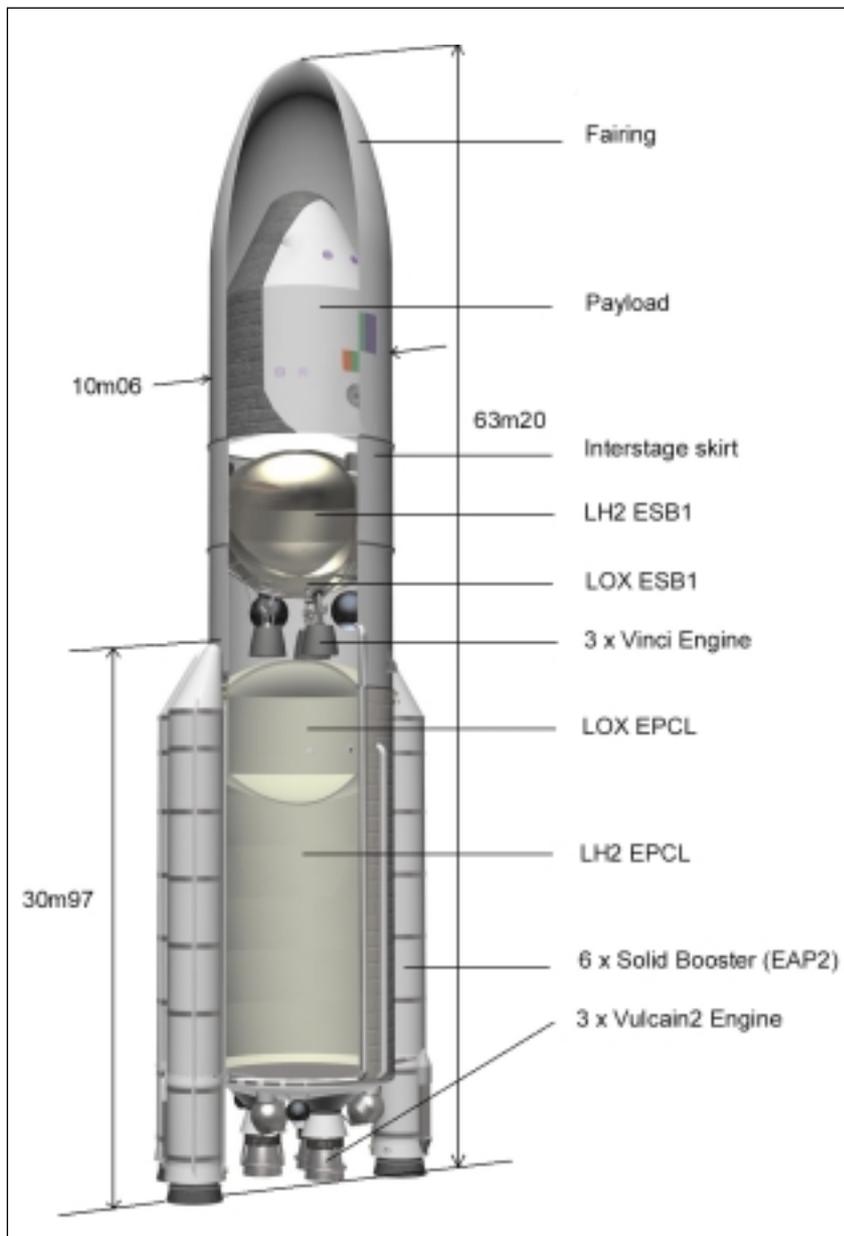
von Lionel Ferra

1. Einführung

Bisherige Studien der bemannten Marsforschung neigten eher dazu, auf die Raumfahrzeuge und den Flug zu fokussieren als auf eine mögliche Niedrigkosten-Konzeption für Trägersysteme. Die Konfiguration der Trägerarchitektur ist unumstößlich durch die Nutzlastmasse, die zum Mars gebracht werden soll, bestimmt. Die nominale Masse für ein 4 bis 5 Personen beherbergendes Mannschaftshabitat, dass innerhalb eines vernünftigen Kosten- und Konzeptrahmens in einen Marstransferorbit gebracht werden kann, liegt bei 35 bis 40 Tonnen. Wir schlagen vor, eine mögliche Mars-Missions-Architektur

und Vorstudien zu einem geeigneten Trägersystem innerhalb der Vorgaben einer europäischen bemannten Marsmission zu analysieren. Dieses Papier präsentiert eine Zusammenfassung der EMM (European Mars Mission - Europäische Marsmission) und des damit verknüpften Trägersystems. Die Hauptziele einer Europäischen Marsmission sind die folgenden:

- Die Herausforderung eines bemannten Langzeitunternehmens für Europa und mit europäischen Systemen anzunehmen.
- Die traditionellen technischen Hindernisse, die sich mit einer bemannten Mars Expedition verbinden, zu meistern.
- Die Identifizierung von relevanten Technologieentwicklungen und Investitionsmöglichkeiten.
- Die Definition von Aufgaben, die auf dem Mars gelöst werden sollen und den Menschen erfordern sowie die Bereitstellung der dazu notwendigen Werkzeuge.
- Die Unterstützung des Menschen mit hochverlässlichen Systemen.
- Die Bereitstellung eines Risikomanagements, das die Wahrscheinlichkeit der Erfüllung der Missionsziele maximiert.
- Die Gewährleistung der Fähigkeit und des Vermögens zur Oberflächenerkundung auch über die erste Mission hinaus.



2. Risiken

Verschiedene mit der Marsmission einhergehende aber auch unerwartete Risiken müssen für das Design einer Europäischen Marsmission (EMM) beachtet werden. Alle Missionsaktivitäten sind schon deshalb riskant, da sie fern der Erde und in einer extremen Umwelt ausgeführt werden. Dennoch können ein geeignetes Design und sorgfältige Handlungsprotokolle die Gefahren reduzieren. Bevor ein Marsforschungprogramm angenommen wird, ist es wichtig zu prüfen, ob die Unwägbarkeiten auf ein Niveau reduziert werden können, das mit den europäischen Interessen für das menschliche Leben und den getätigten Investitionen übereinstimmt.

3. Splitting

Das Splitting der Mission ist für eine EMM eine akzeptierte Methode. Splitting erlaubt es, den Missionsablauf in handhabbare Phasen zu zerlegen (s. Flugplan am Ende des Beitrages). Diese Herangehensweise scheint besser zu sein, als alle erforderlichen Komponenten auf einen einzigen, massiven Start zu konzentrieren. Für eine EMM wurde "handhabbar" definiert als: Die zu startenden Teilstücke können direkt von der Erde zum Mars geschickt werden. Dazu dienen Träger der A5M-Klasse, ohne den Zwischenschritt einer Montage im LEO (low Earth orbit – niedere Erdumlaufbahn). Es kann höchstens für ein eventuelles Crewrendezvous erforderlich werden, im LEO zu parken, damit die Kosten reduziert werden. Ein Schlüsselement der Splitting-Strategie ist, Nutzlast ohne eine Mannschaft aber parallel oder vor dem Start der Besatzung, zum Mars zu bringen. Dadurch wird eine Variante geschaffen, die es ermöglicht, Lasten mit einem geringeren Energieaufwand und längeren Transferzeiten zum Mars zu bringen. Lediglich die Crew müsste auf einer hochenergetischen, schnellen Flugbahn zu Nachbarplaneten transferiert werden. Durch die Nutzung eines Niedrigenergie-Transfers, kann ein und dasselbe Transportsystem mehr Güter auf die Marsoberfläche lancieren, wenn auch mit dem Nachteil der

Sonderenteil Antriebe zum Mars



längerer Flugzeit. Darüber hinaus erlauben es die unterschiedlichen Startfenster, dass so viel Infrastruktur wie möglich schon vor Ort ist und getestet wurde, bevor die Mannschaft startet.

Wenn dies mit der Entscheidung verbunden wird, alle Infrastruktur auf der Marsoberfläche an einem Ort zu sammeln, würde das die Chancen der Crew vergrößern, die Ungewissheiten und Anfangsschwierigkeiten besser zu meistern. Der Start von mehrfach nutzbarer Ausstattung wie z.B. des ERV (Earth Return Vehicle) bedeutet Back-ups zur Verfügung zu haben oder die Infrastruktur erweitern zu können.

Die Module, die in gesplitteten Missionen gestartet wurden, müssen auf der Marsoberfläche zusammenmontiert werden. Das erfordert eine akkurate Landung am rechten Ort auf dem Mars und eine gewisse Mobilität der Elemente (z.B. ein mobiles Habitat), damit eine Montage machbar bleibt.

Die Aufspaltung der Starts der Missionselemente gestattet es, eine Treibstoffproduktion vor Ort zu stationieren, zu testen und zu operieren bevor die Crew auf ihren Weg geschickt wird. Zusätzlich zur Erzeugung von Treibstoff kann die Produktionsanlage auf dem Mars auch Kraftstoff für die Transporte auf dem Roten Planeten liefern, Komponenten für Brennstoffzellen und Reserven an Verbrauchsgütern (Wasser, Sauerstoff und Gase) des Lebenserhaltungssystems. Alle diese Konstellationen erlauben es, nur kleine Vorräte von Rohstoffen von der Erde zum Mars transportieren zu müssen.

4. Bahneintritt

Das Einschwenken in die Marsumlaufbahn und der größte Teil des Marsabstiegsmanövers wird mit einem einzelnen biconischen aerodynamischen Schild ausgeführt. Die Entscheidung, das Eintrittsmanöver in den Marsorbit aerodynamisch auszuführen, ist auf den Fakt begründet, dass in jedem Fall ein aerodynamisches Vehicle für die Abstiegsphase auf die Marsoberfläche benötigt wird. Mit der derzeitigen Technologie ist es möglich, ein aerodynamisches Vehicle zu entwickeln, dessen Masse gleich oder niedriger ist als das des Antriebssystems für den Eintritt. Daher beinhaltet die EMM-Strategie die Entwicklung eines einzelnen aerodynamischen Hitzschildes, das für den Eintritt in den Orbit und den Abstieg nutzbar ist.

5. Module

Das EMM-Missiondesign basiert auf bisherigen US-amerikanischen und sowjetischen Studien. Die Architektur ist durch 4 Hauptelemente oder Module bestimmt:

5.1. Das Habitat

Die Mannschaft wird in einem Transfer-Habitat zum Mars fliegen, dass mit dem Wohnhabitat/Labor auf dem Mars identisch ist. Allerdings wurde dieses Wohnhabitat/Labor schon vorher mit einem Cargo-Transport automatisch zum

äußeren Nachbarplaneten der Erde befördert. Es mündet in eine Anzahl von Vorteilen für die gesamte Mission, wenn das Design der Habitate so ausfällt, dass sowohl die Nutzung als Transferschiff und auch als Wohnhabitat auf dem Mars möglich ist. Man erhält mit dem ankommenden Transfer-Habitat einen "Zwilling" zum bereits vor Ort stehenden Wohnhabitat/Labor. Damit hat man eine Redundanz während der längsten Phase der Mission und reduziert gleichzeitig die Risiken für die Besatzung. Durch die Landung in einem voll funktionstüchtigen Habitat, muss die Mannschaft nicht von einem nur für den Weltraum tauglichen Schiff in einen Wohnbereich auf dem Mars überwechseln. Weiterhin ist es offensichtlich, dass man nur ein einziges Habitatsystem entwickeln muss, anstatt zwei oder mehrere spezialisierte Systeme. Das Transfer-/Wohnhabitat führt alle Verbrauchsgüter für die Transitreise zum Mars und den Aufenthalt auf der Planetenoberfläche mit. Die Zeitdauer für beides zusammengenommen, wird 800 Tage ausmachen, wovon ungefähr ein halbes Jahr auf den Transit entfällt und 600 Tage auf den Verbleib auf dem Mars.

5.2. MAV

(Mars Ascent Vehicle - Mars-Aufstiegsmodul)

Nach dem Ende der Mission auf dem Planeten Mars, muss die Mannschaft wieder mit dem im Orbit kreisenden ERV (Earth Return Vehicle – Erd-Rückkehrmodul) koppeln. Diese Phase der Expedition wird vom MAV, dem Mars-Aufstiegsmodul, ausgeführt. Das MAV besteht aus einem Antriebssystem für den Aufstieg und der Kapsel für die Crew.

Das MAV wird mit einem Frachttransport zum Mars gebracht. Dabei wird das Antriebssystem für den Aufstieg mit unbefüllten Tanks geliefert. Dieselbe Frachtrakete bringt auch ein Kernkraftwerk (oder Sonnenbatterien)*, eine Treibstoffproduktionsanlage und diverse Tanks mit Wasserstoff, der den Vorrat für die spätere Herstellung des Aufstiegstreibstoffes darstellt. Diese Herangehensweise wurde gewählt, weil die Masse der Energiequelle, der Produktionsanlage und des Wasserstoffes geringer ist als die Masse des Treibstoffes, der für das Aufstiegsmodul benötigt wird.

Die Mannschaft nutzt für den Aufstieg in den Marsorbit die Crewkapsel. Dieses bedruckte Modul kann ein Team von drei bis fünf Personen, ihre EVA-Anzüge, die Ergebnisse der Expeditionen und Untersuchungen in Form von Materialproben aufnehmen. Das Lebenserhaltungssystem ist auf eine relativ kurze Nutzungsdauer ausgelegt, genau auf die Zeit, die vom Start auf dem Mars bis zum Erreichen der Umlaufbahn um den Mars erforderlich ist. Das Aufstiegsmodul verfügt über keinerlei Hitzschild, da es nicht für den Wiedereintritt in die Erd- oder Marsatmosphäre vorgesehen ist. Nach dem Ankoppeln an das wartende ERV, dem Umstieg der Besatzung und dem Verstauen der Ausstattung und des Materials, wird das MAV wieder abgekoppelt.

* Die Vorortversorgung einer EMM mit Energie basiert auf zwei Ressourcen: Treibstoff für das MAV und eingelagerte Reserven für das Lebens-

erhaltungssystem. Die Nutzung von auf dem Mars vorkommender Ressourcen für diese Erfordernisse verringert die Startmasse und somit die Missionskosten.

5.3. ERV

(Earth Return Vehicle – Erdrückkehrmodul)

Das Rückkehrmodul hat die Aufgabe, die Besatzung aus dem Marsorbit zurück zur Erde zu bringen. Das ERV besteht aus der Antriebsstufe, dem Erd-Rückkehrmodul und der Wiedereintrittskapsel (ERC Earth Reentry Capsule - Wiedereintrittskapsel). Das ERV wird mit den voll gefüllten Tanks der Antriebsstufe zum Mars befördert. Dort verweilt es ungefähr vier Jahre im Marsorbit, bevor es für seine eigentliche Bestimmung benutzt wird. Um zur Erde zurückkehren zu können, muss die Mannschaft das MAV abkoppeln und die notwendigen Manöver, die zum Verlassen des Parkorbits erforderlich sind, ausführen. Das Antriebssystem für das ERV ist so ausgelegt, dass es das Erdrückkehrmodul und die Erdeintrittskapsel von einem hoch elliptischen Parkorbit um den Mars auf eine schnelle Transitrückkehrbahn zur Erde befördern kann. Die treibstoffaufwendige Rückkehrbahn wird deshalb gewählt, damit das Rückkehrsystem nur für einen Zeitraum von einem halben Jahr ausgelegt werden muss.

5.4. SOJUS - Raumschiff

Das Sojusraumschiff ist eine klassische Sojus TM-Kapsel, die von Baikonur oder Kourou aus mit einer 3-Mann-Besatzung gestartet werden kann. Entscheidet man sich für ein Missionsdesign einer fünfköpfigen Crew, dann werden zwei Sojus-Raumschiffe benötigt. Die Sojus-Kapsel fliegt nach dem Start in einen LEO, um dort mit dem unbemannt kreisenden Transit-Habitat zu koppeln.

Nach einem oder eventuell dem zweiten Rendezvous, wird das Sojus-Schiff wieder abgekoppelt und die Besatzung geht daran, den LEO zu verlassen und mit dem Transit-Habitat auf eine Trans-Mars-Flugbahn einzuschwenken.

6. Flugabfolge

(siehe Flugpläne am Ende des Beitrages)

1. Der erste Start bringt ein vollgetanktes ERV in einen Marsorbit. Die Crew koppelt nach der Beendigung der Mars Expedition mit dem ERV, um zur Erde zurück zu kehren.
2. Der zweite Start bringt ein Modul auf die Marsoberfläche, dass ein unbetanktes MAV (1), eine Treibstoffproduktionsanlage, ein Kernkraftwerk (oder Solarzellen), flüssigen Wasserstoff (wird als Komponente für den Treibstoffproduktion benötigt) und ungefähr 20 Tonnen zusätzlicher Nutzlast mit sich führt. Nachdem das Modul auf der Oberfläche des Mars gelandet ist, wird im Falle eines mitgeführten Nuklearreaktors, dieser ungefähr einen Kilometer vom Aufstiegsmodul entfernt, errichtet. Im Falle von mitgeführten Solarzellen, werden diese automatisch entfaltet. Auf jeden Fall wird die Treibstoffproduktionsanlage unter Verwendung des mitge-

Sonderenteil Antriebe zum Mars



brachten Wasserstoffs von der Erde und Kohlendioxid aus der Marsatmosphäre, mit ihrem Betrieb beginnen. Die Anlage muss Tonnen von Sauerstoff und Methan herstellen, die im MAV(1) oder MAV(2) für den späteren Aufstieg in den Marsorbit benötigt werden. Der Produktionsprozess wird ungefähr ein Jahr dauern, aber einige Monate vor dem Start der ersten Mannschaft beendet sein.

3. Der dritte Start ist optional. Er könnte ein zweites MAV zum Mars transferieren, entweder als Alternativhabitat für die erste Mars-Expedition oder als ein nominales Habitat für die zweite Marsunternehmung. Dieser dritte Start würde also ein unbetanktes MAV (2) bereithalten, eine Treibstoffproduktionsanlage, einen zweiten Kernreaktor (oder Solarbatterien), flüssigen Wasserstoff als Back-up für den zweiten Transportflug. Die zweite Nuklearanlage würde in der Nähe der ersten errichtet werden (bzw. die Solarzellen würden entfaltet werden). Jede Solaranlage würde ausreichend Energie für den kompletten Betrieb der Marsstation liefern.
4. Der vierte Start ist ebenfalls optional. Er würde einen dritten Lander zum Mars befördern, der besteht aus: einem Wohnhabitat/Labor und haltbaren Verbrauchsgütern. Er würde in der Nähe des ersten Habitats landen.
5. Der letzte Start würde das Haupthabitat, dass während der Mission als Transferhabitat genutzt wurde, bereitstellen. Es besteht aus einem großen Modul, dessen Form einen aerodynamischen Eintritt in die Marsatmosphäre gestattet. Wenn das Trägersystem für bemannte Missionen ausgelegt ist, dann würde das Transit-Habitat samt der Crew direkt auf eine Transitflugbahn zum Mars geschickt werden. Anderenfalls würde der Träger das leere Modul in einen LEO-Parkorbit um die Erde transportieren. Erst nach diesem Manöver und der Prüfung aller Systeme, würde die Marscrew mit einem Sojus-Raumerschiff starten und im LEO mit dem wartenden Habitat docken. Danach ginge es auf die Reise zum Roten Planeten.

7. Das Trägersystem

Alle Transportflüge (MAV(1) oder MAV(2), Transit-Habitat oder Habitat, ERV) werden mittels eines einzelnen herkömmlichen Schwerlastträgers, abgeleitet von ARIANE 5-Elementen, ausgeführt. Die Raumschiffarchitektur ist der Schlüssel dafür, die Europäische Marsmission (EMM) als eine bemannte Mission zum Mars innerhalb des derzeitigen Budgets und weiteren technologischen Entwicklungen möglich zu machen. Das Konzept ist nahe an der ARIANE 5 orientiert, wobei wichtige Komponenten vergrößert wurden, um die Missionsziele hinsichtlich Masse und Durchführung abzusichern.

7.1. EPCL (Etage de Propulsion Cryogénique Large - Kryogene Hauptstufe)

Die kryogene Hauptstufe, EPCL, oder auch als Kernstufe bezeichnet, besteht vordergründig aus einem großen aluminiumverstärkten Tank, einem



Rahmen, der den Schub der Triebwerke auf die Stufen überträgt und eine Zwischenstufenstruktur (JAVE), die mit den oberen Komponenten verbunden ist und den Schub von sechs gigantischen Feststoffboostern überträgt.

Der Tank besteht aus zwei Kammern, die 633 Tonnen von sehr tief-temperierten kryogenen Treibstoff fassen. Die kryogenen Triebwerke können für die Flugkontrolle über eine Triebwerksdrifteinheit in zwei Achsen gesteuert werden. Die Triebwerke liefern 410 Tonnen Schub.

Die Kernstufe arbeitet kontinuierlich 660 Sekunden lang und steuert somit den Hauptanteil der benötigten kinetischen Energie für den Eintritt in einen LEO oder Marstransferorbit bei. Nach Brennschluss befindet sich der Träger auf einer Höhe von 130 bis 420 Kilometer, abhängig von der Mission. Diese Hauptstufe wird nicht bis in den Orbit mitgeführt, sondern fällt auf die Erde zurück.

7.2. EAP2

Jeder der sechs Feststoffbooster fasst ungefähr 253 Tonnen festen Treibstoff. Somit sind sie die größten Feststoff-Raketenmotoren, die jemals in Europa gebaut wurden.

Der Motor setzt sich aus einer Sektion mit sieben Stahlzylindern und einer Düse, montiert auf einem flexiblen Lager, dass mittels einer Düsensteuerungseinheit um 6 Grad gedreht werden kann, zusammen. Der Treibstoff ist in drei Segmenten gebunkert.

Jeder Motor liefert beim Start einen Schub von ungefähr 552 Tonnen bis zu einem Maximum von 600 Tonnen (1.320.000 lb).

Die sechs Feststoffbooster werden einige Sekunden nach dem Zünden der kryogenen Hauptstufe gezündet. So wird sichergestellt, dass die drei Haupttriebwerke korrekt arbeiten.

Mit einem kombinierten Schub von 3.600 Tonnen liefern die sechs Feststoffbooster ungefähr 90% des gesamten Start-Schubes. Sie brennen für ungefähr 128 Sekunden. Nach Brennschluss werden sie auf einer Höhe von 55 bis 70 Kilome-

ter (abhängig von der Mission) durch ein pyrotechnisches System von der Hauptstufe separiert. Sie folgen noch einer ballistischen Bahn, deren Scheitelpunkt bei 80 bis 140 Kilometer liegt. Dort werden Fallschirme geöffnet, die gewährleisten, dass die Booster circa 150 Kilometer vom Startort niedergehen. Da werden sie geborgen und einer Inspektion und Analyse unterzogen, so wie es auch mit der ARIANE 5 geschieht.

7.3. ESCB1

Die erweiterte kryogene Oberstufe vollendet das Einschwenken der Nutzlast in den Zielorbit (LEO oder Mars-Transferbahn) und gewährleistet Nutzlastseparation und -orientierung. Die Treibstoffstufe besteht aus zwei Tanks, die bis zu 67,5 Tonnen LOX und LH2 aufnehmen, sowie 3 kryogenen VINCI-Triebwerken. Diese VINCI-Triebwerke sind wiederzündbare Motoren und haben Düsen mit erweiterbaren Ausgangskegeln. Sie liefern einen spezifischen Vakuumimpuls von 455 Sekunden. Die Düsen sind für die Schubvektorkontrolle in zwei Achsen steuerbar.

7.4. Startkosten

Mit Berücksichtigung der Entwicklung eines komplett neuen Schwerlastträgers, nutzt der A5M Träger allerdings auch verschiedene Komponenten der ARIANE 5 Entwicklung:

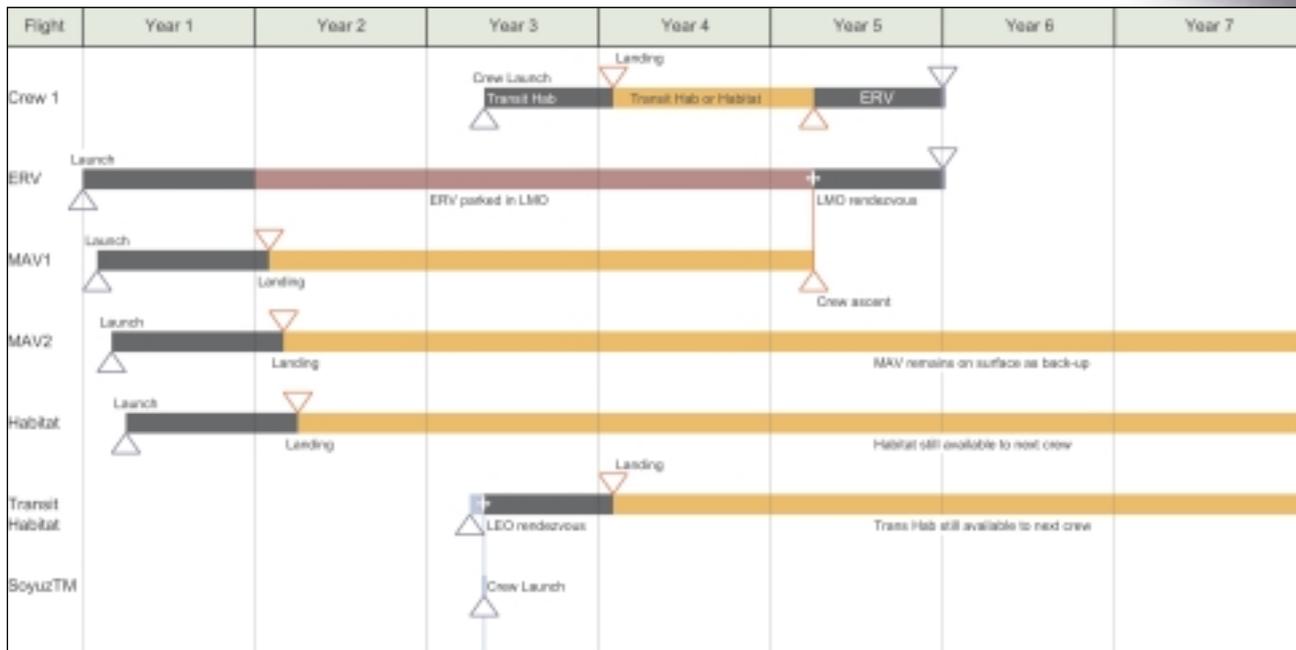
1. das prinzipielle Systemdesign (zwei Stufen mit Zusatzraketen)
2. die Zusatzraketen (EAP2)
3. die kryogene Hauptstruktur, aber vergrößert
4. den Triebwerkstyp der ersten Stufe (Vulcan 2)
5. den Typ der wiederstartbaren, kryogenen zweiten Stufe (ESCB)
6. den Leit-, Steuer- und Kontrollalgorithmus
7. verschiedene bestehende Infrastruktur kann genutzt oder leicht an die Größe des Trägers angepasst werden (Montagehalle, Transportsysteme...)

Daher liegen die Entwicklungskosten für die volle Realisierung eines A5M-Trägers unterhalb der 2 Milliarden Euro-Grenze. Die Kosten pro Start pendeln sich bei dem Dreifachen der derzeitigen Kosten für einen ARIANE 5 Start ein: 250 bis 300 Millionen Euro pro Start.

8. Zusammenfassung

Ein Schwerlastträger für eine Unternehmung zum Mars, basierend auf den ARIANE 5-Komponenten, ist ökonomisch und technologisch machbar. Der Träger ist für die Lancierung schwerer Lasten in einen LEO oder auf eine direkte Flugbahn zum Mars, ausgelegt. Bisherige Studien für bemannte Flüge zum Mars erforderten einen enormen technischen Fortschritt und zu große Träger. Daher wurden solche Entwürfe bisher aus Kostengründen und vor allem wegen unüberwindbarer technischer Hürden verworfen. Das EMM-Design basierend auf dem A5M-Träger ist innerhalb von 10 Jahren zu bewältigen, das Budget kann auf 10 bis 15 Milliarden Euro (2 Milliarden für die Trägerentwicklung, max. 2 Milliarden für alle Starts und 6 bis 11 Milliarden für die Entwicklung des kompletten Missionsdesigns, Durchführung und den Betrieb) begrenzt werden.

Sonderenteil Antriebe zum Mars

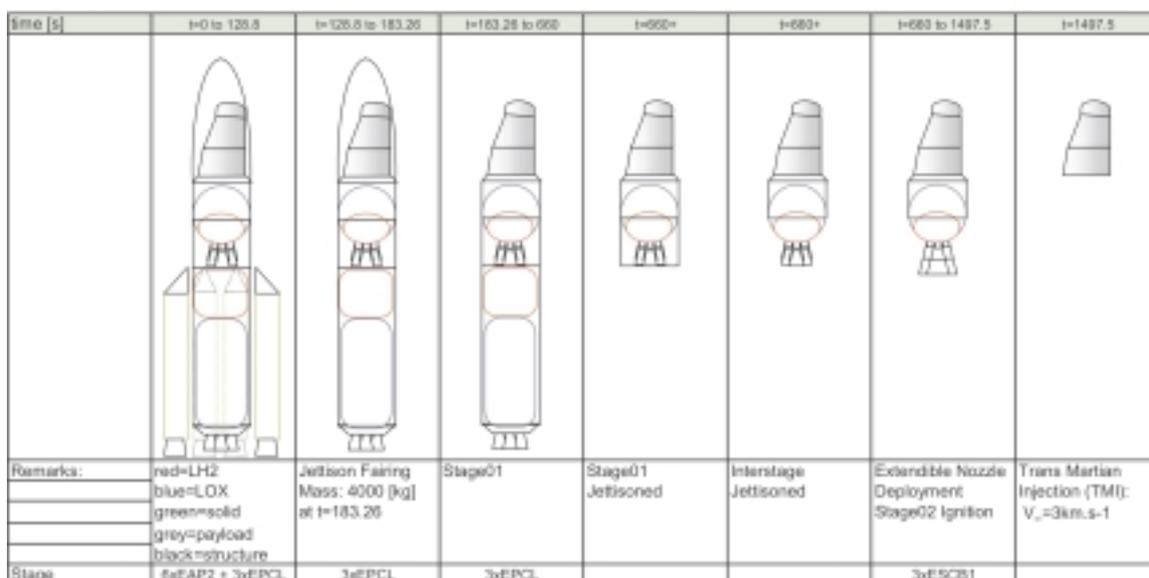


Die Flugplanung – graphisch.

Flight #	Type	Launcher	Payload	Mission	Launchpad	Temporary Orbit	Arrival
Flight 1	Cargo	AM	ERV	ERV bleibt in LMO	Kourou		LMO
Flight 2	Cargo	AM	MAV1	MAV1+Powerplant1 Mars Landing	Kourou		Mars
Flight 3	Cargo	AM	MAV2	MAV2+Powerplant2 Mars Landing	Kourou		Mars
Flight 4	Cargo	AM	Habitat	Main Habitat sent directly to Mars	Kourou		Mars
Flight 5	Cargo	AM	TransHabitat	Habitat in LEO, wait for the Crew	Kourou	LEO	Mars
Flight 6a	Crew	Soyuz	SoyuzTM	Rendezvous in LEO with TransHabitat,	Kourou/Baikonur	LEO	LEO/Earth
Flight 6b	Crew	Soyuz	SoyuzTM	Rendezvous in LEO with TransHabitat,	Kourou/Baikonur	LEO	LEO/Earth

Die Flugplanung – tabellarisch.

Stage Name	Engine Type	Multiplicity	Duration of Combustion	Mass Flow Rate	Specific Vacuum Impulse	Exhaust Propulsive Area	Mass of Propellant	Mass of Structure
			[s]	[kg s ⁻¹]	[s]	[m ²]	[kg]	[kg]
EAP2	MPS	6	128.8	1964.29	287.	7.	253000.	27900.
EPCL	Vulcan 2	3	890.	319.69	433.	3.71	210995.151	16019.85
ESCB1	Vinci	3	837.5	26.8844	455.	0.	67547.055	6300.



Der Raketenbau.