MIT DER RAUMSCHIFFFAHRT ZU DEN STERNEN

Raumfahrt Concret

DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA

106 1/2019

Euro 6,00 | US$ 7,50

Industrie
Das Beste aus der Mitte

Exploration
Späher um den Mars

Exploration
Das Mondfahrtskommando

Thema
Die Dämmerung der Sternensteinzeit

arianegroup

SHAPING
THE FUTURE OF
ACCESS TO SPACE

#spaceenablers

www.ariane.group

Inhalt RC-106

.....06-12 Politik — Politiker im Gespräch

.....14-19 Industrie — KMU für die Raumfahrt

.....20-22 Exploration — China hinter dem Mond

.....23-27 Exploration — Moderne Marserkundung

.....31-35 Exploration — 50 Jahre Mondforschung

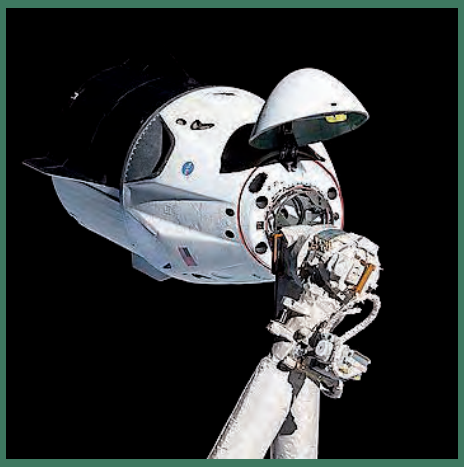
.....41-43 Thema — Kommerzielle Raumfahrt in China

.....44-46 Interview — Start-ups in Deutschland

.....48-49 Rückblick — Kalenderblätter

Titel: *Das Foto zeigt ein Selbstporträt der Chang'e 4-Landesonde (äußerer Kreis) und ein Foto des Yutu-Rovers nach der Abfahrt, aufgenommen vom Lander. Titelgrafik: Dietmar Röttler*

Rund 340 Millionen Kilometer von der Erde entfernt landete die japanische Raumsonde „Hayabusa2" am 22. Februar auf dem Asteroiden Ryugu. Foto: JAXA/AP



Der erste Testflug des künftigen bemannten SpaceX-Raumschiffes ging am 8. März mit der erfolgreichen Wasserung im Atlantischen Ozean zu Ende. Zuvor dockte das noch unbemannte Vehikel an der ISS an. Foto: NASA

RAUMFAHRT CONCRET

Impressum

©2019/ Herausgeber: Initiative 2000 plus e.V.
Raumfahrt Concret erscheint im Verlag Iniplu 2000
im Jahr 2019 mit 5 Ausgaben (mindestens 36 Seiten)
Verlagsleiter: Jacqueline Myrrhe
Anschrift des Verlages:
Verlag Iniplu 2000
c/o Initiative 2000 plus e.V.
Dümperstraße 5, 17033 Neubrandenburg
Einzelverkaufspreis*:
€ 6,00
US$ 7,50

Jahresabonnement:
(inkl. Versand) Deutschland: € 25,00
Europa: € 35,00
Anzeigenpreisliste auf Anforderung.
Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 5 vom 1.1.2009
Bei Lieferverzug in Form von höherer Gewalt besteht kein Rechtsanspruch gegenüber dem Verlag. Kopien zum kommerziellen Vertrieb oder Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge redaktionell zu bearbeiten. Namentlich gekennzeichnete Artikel stellen nicht unmittelbar die Meinung des Herausgebers dar.

RC ist Hauszeitschrift folgender Vereine:

Internationaler Förderkreis für Raumfahrt Hermann Oberth - Wernher von Braun (IFR) e.V.
Kontakt: IFR-Sekretariat, Frau Ursula Mock
E-Mail: ifr@dorfner-gruppe.de
www.ifr-raumfahrt-gesellschaft.de
Tel.: 0911/ 68 02 200, Fax: 0911/ 68 02 222

Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V.
Postfach 801966, 81619 München, www.vfr.de
Fax: +49 (0)89 - 450 08 99 - 7375
Kontakt: Ulla Hodapp
E-Mail: uhodapp@vfr.de

Deutsche Raumfahrt Gesellschaft e.V.
Rinkerodeweg 21, 48163 Münster,
www.drg-gss.org
Tel.: (0251) 394 48 63, Fax: (0251) 394 48 64
Kontakt: Michael Stennecken
E-Mail: info@drg-gss.org

Raketenmodellsportverein 82 e.V.
Kontakt: Markus Rehberger
E-Mail: MR-SPACEMAN@t-online.de

Schweizerische Raumfahrt-Vereinigung (SRV)
Kontakt: Hans K. Raue
E-Mail: hans.raue@srv-ch.org

Redaktionskollegium: Uwe Schmaling (Chefredakteur, V.i.S.d.P.), Dietmar Röttler, Prof. Dr. Karl-Heinz Marek, Dr. Achim Zickler, Tasillo Römisch. Eugen Reichl, Axel Kopsch, Horst Jelitte, Bernd Ruttmann, Eberhard Rödel, Andreas Drexler.

Redaktionssekretärin und Abonnentenverwaltung: Ute Habricht.
Associate editors China: Chen Lan, USA: Dr. Dwayne A. Day
Korrespondenten Russland: Prof. Anatoli Sotow,
Westeuropa: Jacqueline Myrrhe
Ständige Mitarbeiter
Mars Society: Jürgen Herholz
Grafiken/Lektorat: Dietmar Röttler
Titel/Grafik/Layout: Papier- & Druck-Center, www.walther-druck.de
Internet: Eberhard Rödel
Druck: Papier- & Druck-Center H. Walther, www.walther-druck.de

Anschrift der Redaktion
Raumfahrt Concret
PF 10 12 39
D-17019 Neubrandenburg
Telefon: 0395 - 582 33 66
Fax: 03222 242 192 3
E-Mail: RCSpace@t-online.de
Internet: www.raumfahrt-concret.de

Bankverbindung: Deutsche Bank Kontoinhaber: Initiative 2000 plus e.V. IBAN: DE33 1307 0024 0406 6668 06
BIC: DEUTDEDBROS
Gerichtsstand: Amtsgericht Neubrandenburg
Redaktionsschluss: 20.03.2019.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion dar.

Internationaler Förderkreis für Raumfahrt
Herrmann Oberth – Wernher von Braun (IFR) e.V.
Member of the International Astronautical Federation (IAF)

Nachruf
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Peter A. Kramer

16. 5. 1942 – 17. 10. 2018

„Nichts ist gewisser als der Tod,
nichts ist ungewisser als seine Stunde".

Nun ist diese Stunde gekommen und wir müssen Abschied nehmen von Peter Kramer. Peter Kramer war von Beruf Maschinenbau-Ingenieur und war von der Raumfahrt begeistert. Er hat sein ganzes Berufsleben und einen großen Teil seines privaten Lebens diesem Metier mit Leidenschaft und Können gewidmet. Er war ein „raumfahrttechnisches Schwergewicht".

Peter Kramer war viele Male in Mannheim beim Verein Deutscher Ingenieure mit interessanten Raumfahrtvorträgen zu Gast und begeisterte jedes Mal aufs Neue das Publikum. Er gab der Metropolregion um Mannheim viele intensive raumfahrttechnische Impulse. Ihm hat es der VDI zu verdanken, dass sie den ersten deutschen Kosmonauten, Sigmund Jähn, 2004 als Gastreferenten in Mannheim begrüßen konnten und es blieb nicht das einzige Mal.

Peter Kramer, war lange Jahre Präsident und zuletzt Ehrenpräsident des Internationalen Förderkreises für Raumfahrt – Hermann Oberth - Wernher von Braun e.V.

Schon früh begeisterte er sich für Raumfahrt. Das Thema ließ ihn nie mehr los, und er sollte im Laufe der Jahrzehnte zu einem international anerkannten Fachmann avancieren. Bereits im Alter von 14 Jahren – das war 1956, ein Jahr vor dem Start des ersten Weltraumsatelliten „Sputnik" - war er unter den Fittichen des frühen deutschen Raumfahrtpioniers Eugen Sänger tätig, bei dem er erste Erfahrungen im Raumfahrtbereich an dessen Prüfständen sammelte. Später folgte das Studium des Maschinenbaus an der Universität Stuttgart, das er 1969 mit dem Diplom abschloss. Danach folgte die erste Industrietätigkeit bei der Raumfahrtfirma Dornier in Friedrichshafen. Von 1971-83 war er Leiter des Bereiches "Chemische Antriebe" und Assistenz-Professor an der Universität Stuttgart, wo er 1987 über Hyperschall-Antriebssysteme zum Dr.-Ingenieur promoviert wurde.

Im Anschluss daran trat Peter Kramer in den damaligen deutschen Luft- und Raumfahrtkonzern MBB ein, wo er bis 1992 Leiter der Entwicklung für Raumfahrtantriebe war. MBB ging später über in die DASA und dann in DaimlerChrysler Aerospace, wo Peter Kramer bis 2001 Chefingenieur für Raumfahrtantriebssysteme des Geschäftsbereiches Raumfahrtinfrastruktur war. Unter seiner Leitung wurde in dieser Zeit auch das erste deutsche Hyperschall-Versuchstriebwerk im Rahmen des innovativen Raumtransporter-Projektes „SÄNGER II" erfolgreich entwickelt und getestet. Leider wurde das Projekt eingestellt und nur durch großen persönlichen Einsatz, man kann auch sagen durch ein „Husarenstück", konnte Peter das Triebwerk vor der Verschrottung retten. Ihm ist es zu verdanken, dass es heute im Luftwaffen-Museum in Berlin-Gatow zu besichtigen ist.

Parallel zu seiner beruflichen Tätigkeit war Peter Kramer von 1994 bis 2008 Honorarprofessor an der Bundeswehr-Universität in München-Neubiberg.

Seit dem Jahr 2002 war Peter Kramer privater Berater für Raumfahrttechnik in seinem Domizil in Immenstaad am Bodensee. Im Jahr 2009 wurde er Mitglied des „Scientific Advisory Boards" der Air Launch Corp. in Moskau, wo er sich mit Raketenstarts von großen Transportflugzeugen aus beschäftigte.

Aber damit nicht genug. Auch ehrenamtlich war Peter Kramer sehr engagiert. Von 1999 bis zum Jahr 2011 war er Präsident des bereits erwähnten Internationalen Förderkreises für Raumfahrt, wobei ihn seine Frau Gabi als Leiterin des IFR-Sekretariats stets unterstützte.

Sein Engagement wurde gewürdigt. Für seine großen beruflichen sowie der Verdienste um den Verein erhielt er im Jahre 2000 die Hermann-Oberth-Medaille des IFR. Eine weitere Ehrung folgte im Jahr 2007 durch die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, deren Mitglied er in seiner Jugend schon wurde. Er erhielt die Eugen-Sänger-Medaille für besondere Verdienste auf dem Gebiet der Raumfahrttechnik und Raumfahrtantriebe.

Auch war er geschätztes Mitglied in zahlreichen internationalen Gremien. Zu erwähnen sei beispielsweise, dass Peter Kramer Mitglied des „American Instituts for Aeronautics and Astronautics" in New York und der "International Academy of Astronautics" in Paris war. Ferner erhielt er im Jahr 2000 die Ehrendoktorwürde der staatlichen Moskauer Tsiolkowsky Universität für Luft- und Raumfahrttechnik, da er immer bestrebt war, gemeinsam mit Russland die Raumfahrt und den Weltraum friedlich zu nutzen.

Peter Kramer war ein ehrlicher und direkter Charakter. Er hatte seine Meinung und Prinzipien, zu denen er 100%ig stand und sie auch vehement vertrat, was für den einen oder anderen seiner Mitmenschen nicht unbedingt bequem war. Tief enttäuscht war er, dass er, als er nicht mehr „in Amt und Würden" war, von einigen seiner ehemaligen Weggefährten kaum noch beachtet und wenig geschätzt wurde und sie sich von ihm abwandten, was ihn sehr getroffen hat.

Peter Kramer war auch ein großer Familienmensch, der seine Frau, seine Kinder und Enkelkinder sehr liebte und das Zusammensein mit allen sehr genoss. Er konnte zuhause im Kreise seiner ganzen Familie Abschied nehmen. Und wenn es unvermeidbar ist, Abschied nehmen zu müssen, dann war es für ihn sicherlich eine Hilfe und ein Trost, dies im Kreis seiner Familie tun zu können. „Ein Leben für die Raumfahrt und die Familie".

Wir verlieren mit Prof. Dr. Peter Kramer einen großartigen Raumfahrtingenieur und Menschen. Wir verneigen uns in Respekt und Freundschaft vor ihm und werden ihn nicht vergessen.

Europa braucht die Ariane – und die Ariane braucht Europa

Von Jürgen Ackermann

Die über dreißigjährige Erfolgsgeschichte der Ariane ist weltweit ohne Beispiel. Das gilt im Hinblick auf den kommerziellen wie auch auf den institutionellen Markt. Denn zum einen ist die Ariane das einzige Transportsystem, welches stetig drei Viertel seiner Kosten über kommerzielle Aufträge decken konnte. Die Staatsquote aller anderen Träger – ob in den USA, in Russland oder auch China – ist bei weitem höher: Institutionelle Starts machen in den USA rund 60 Prozent des gesamten Marktvolumens aus, in Russland rund 80 Prozent, in China rund 90 Prozent. Von diesem Vorteil profitieren die beteiligten europäischen Länder gleich zweifach: Sie verfügen über ein hoch flexibles Transportsystem – Stichwort des internationalen Sprachgebrauchs ist hier: „any mass, any orbit, anytime" – dessen kommerziellen Einsatz sie selbst nicht mit stetig weit überteuerten Missionen subventionieren, und sie sind und bleiben frei, ihre eigenen Interessen im Raum unabhängig von Wohlwollen und Genehmigung anderer Länder zu verfolgen.

Dies war immer die Praxis des Arianebetriebs, und sie hat sich über viele Jahrzehnte bewährt. Angesichts des enormen Konkurrenzdrucks, den andere Startdienstleister seit geraumer Zeit mit Hilfe hoher staatlicher Subventionen ihrer Heimatländer auf den Weltmarkt ausüben, hat Europa beschlossen, mit der Ariane 6 ein Nachfolgemodell zu entwickeln und schon in gut einem Jahr von heute an auf seinen Jungfernflug zu schicken. Dieses System zeichnet sich technisch durch noch weiter gesteigerte Flexibilität für institutionelle wie kommerzielle Flüge aus, wobei die Kosten um fast die Hälfte gegenüber dem Vorläufer Ariane 5 sinken. Damit geht das neue System auf Augenhöhe mit und stellenweise sogar unter dem tatsächlichen Preisniveau der Konkurrenz in den Markt. Dieser Markt unterliegt derzeit großen Schwankungen; insbesondere die Nachfrage im Bereich schwerer Satelliten für geostationäre Positionierung gestaltet sich im Moment verhalten. Umso wichtiger ist es also, dass in den Bereich der institutionellen Aufträge Stabilität einkehrt. Denn eine Startkadenz von bis zu zwölf Trägern pro Jahr ist die Voraussetzung für die Stabilität des niedrigen angepeilten Preisniveaus pro Start. Gerade an der Stelle jedoch sieht sich das neue System einer Gefahr ausgesetzt, die keinem anderen Träger der Welt droht. Überall unterliegt die Vergabe staatlicher Startaufträge dem Primat protektionistischer Maßnahmen – nur eben in Europa nicht. Das führt dazu, dass insbesondere hoch subventionierte amerikanische Startdienstleister den freien Zugriff auf nationale Startausschreibungen in Europa und besonders in Deutschland haben. Der kommerzielle Markt mag streckenweise schwierig sein, doch damit wird man umgehen können. Als Zeichen dieser Zuversicht hat die ArianeGroup selbst rund eine halbe Milliarde Euro in die neue Ariane 6 investiert. Kommt es aber parallel auch noch zu Verwerfungen auf dem institutionellen Sektor, gerät das ganze System in wirtschaftliche Schieflage. Und genau danach sieht es aus, wenn Deutschland es beispielsweise zulässt, dass der Bundeswehr-Satellit „SARah" sowie möglicherweise auch noch weitere raumgestützte Sicherheitsprojekte der Republik mit einer Trägerrakete des amerikanischen Konkurrenzunternehmens SpaceX gestartet werden. Dies untergräbt nicht nur strategische und sicherheitspolitische Interessen des Landes, sondern auch die Existenzgrundlage des eigenen unabhängigen Zugangs zum All. Denn welchen Sinn macht es, auf Eigenständigkeit und Unabhängigkeit bei der Bereitstellung weltraumgestützter Dienste für Aufklärung, Kommunikation und Navigation wie etwa beim Galileo-System zu setzen, wenn diese Souveränität dann gleich auf der Startrampe endet? Europa braucht die institutionelle Säule für sein eigenes unabhängiges Transportsystem, denn wer oben nicht auf Augenhöhe mitreden kann, hat unten nichts zu sagen. Am Vorabend der Inbetriebnahme von Ariane 6 ist es höchste Zeit für ein klares Bekenntnis aller beteiligten Staaten Europas zur klaren Präferenz des eigenen Systems für institutionelle Weltraumtransporte.

Jens Laßmann (Standortleiter), Dirk Lanuschny (Leiter des Ariane-6-Programms MT Aerospace), Staatsrat Ekkehart Siering und Pierre Godart (CEO ArianeGroup Deutschland) legen gemeinsam den Grundstein für das neue Ariane-6-Oberstufen-Integrationszentrum in Bremen. Foto: ArianeGroup

Vision Weltraum – Ministerpräsidenten im Gespräch

Manuela Schwesig (Mecklenburg-Vorpommern)

Ministerpräsidentin Manuela Schwesig mit Ute Habricht (rechts) und Benjamin Fenner vom RC-Team. Foto: RC

RC: *Frau Ministerpräsidentin, zunächst großen Dank, dass Sie sich einem so speziellen Thema wie der Raumfahrt und Weltraumforschung zur Verfügung stellen. Wie sieht die Situation in Mecklenburg-Vorpommern aus?*

Manuela Schwesig: In der Luft- und Raumfahrttechnik sind 30 Unternehmen mit rund 800 Mitarbeitern in der Fertigung von Zulieferteilen und im ingenieurtechnischen Bereich, hauptsächlich für den europäischen Flugzeughersteller Airbus, tätig. Luftfahrtorientierte Unternehmen aus MV haben sich zu einem Branchennetzwerk Luft- und Raumfahrt zusammengeschlossen. Hier werden die unternehmerischen Aktivitäten gebündelt, um den Anschluss an die europäischen Entwicklungen zu halten. Unser Wirtschaftsministerium unterstützt das Netzwerk mit Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur".

RC: *In Neubrandenburg haben sich Investoren auf dem Flugplatz Trollenhagen um die Errichtung einer privaten Universität für Luft- und Raumfahrt in Verbindung mit dem Max-Planck-Institut in Göttingen bemüht und waren diesbezüglich auch in Schwerin zwecks Fördermitteln vorstellig. Ist Ihnen bekannt wie der gegenwärtige Stand ist?*

Manuela Schwesig: Die Gruppe hat im Bildungsministerium die Pläne vorgestellt und eine Skizze präsentiert, wie eine private Technische Universität für Luft- und Raumfahrt aussehen könnte. Aus der Präsentation haben sich eine Reihe von Fragen ergeben, die jetzt von den Investoren beantwortet werden müssen.

RC: *Die Leuchtturmprojekte der Bundesregierung sind die ISS, die künftige Ariane 6 sowie die beiden großen Anwendungsprojekte Galileo und Kopernicus. Wie ist Ihre persönliche Meinung dazu?*

Manuela Schwesig: Ich habe mit Begeisterung die Mission von Alexander Gerst zur ISS-Raumstation im vergangenen Herbst verfolgt. Er hat Deutschland als Kommandant auf der Station hervorragend vertreten, eine wirklich herausragende Leistung. Ich weiß aus meiner Zeit als Bundesfamilienministerin, dass die Bundesregierung die großen Projekte der Raumfahrt unterstützt. Ich begrüße es daher sehr, dass wir in Europa mit Galileo bald über ein leistungsfähiges Navigations- und Ortungssystem verfügen werden, welches unter ziviler Kontrolle steht.

RC: *Mecklenburg-Vorpommern hat im Bereich Luft- und Raumfahrt zwei historische Einmaligkeiten, nämlich das Otto-Lilienthal-Museum in Anklam und das Historisch-Technische Museum Peenemünde. Existieren dafür neue oder erweiterte Ideen, um diese Stätten noch breiter dem Tourismus zu erschließen?*

Manuela Schwesig: In Anklam, der Geburtsstadt von Otto Lilienthal, wird an der Realisierung des Projektes IKAREUM-Lilienthal-Flight-Museum in der Nikolaikirche gearbeitet. Ich halte das Vorhaben für eine sehr gute Idee. Hier entsteht ein Zukunftsprojekt, das mehrere Komponenten miteinander verbindet. Das IKAREUM als Veranstaltungsort in Verbindung mit dem Museum Otto Lilienthal und der Backsteingotik der Nikolaikirche können ein neuer Tourismusmagnet in Vorpommern werden. Daran arbeiten wir.

RC: *Zu Peenemünde: Wie sehen Sie diesen ambivalenten Ort?*

Manuela Schwesig: Für mich ist die ehemalige Heeresversuchsanstalt Peenemünde vor allem ein wichtiger Lernort der NS-Geschichte. An erster Stelle steht, dass wir die Erinnerung daran wachhalten, welch schreckliche Waffen hier im 2. Weltkrieg entwickelt worden sind. Viele Zwangsarbeiterinnen und Zwangsarbeiter mussten unter unmenschlichen Bedingungen leiden und arbeiten. Zugleich war die in Peenemünde entwickelte und erprobte Technik Grundlage für die Entwicklung der Raumfahrt und damit eine der größten Leistungen der Technikgeschichte. Das Museum plant, die jetzige Dauerausstellung vollständig zu erneuern und somit auch ein neues Konzept zu erarbeiten. Diese Umgestaltung erfolgt unter Beteiligung eines internationalen wissenschaftlichen Beirats. Das Land und der Bund werden dieses Vorhaben in gleicher Höhe finanziell unterstützen.

RC: *Wo steht Mecklenburg-Vorpommern heute bei Zukunftstechnologien?*

Manuela Schwesig: Innovation und Technologie sind für mich die Grundlage für wettbewerbsfähige Produkte und Dienstleistungen. Wir konzentrieren uns in unserer Technologiepolitik auf verschiedene Zukunftsfelder: Informations- und Kommunikationstechnologie, Medizintechnik, Maschinenbau, Mobilität, Energie, Ernährung und Gesundheit. Spitzentechnologie aus MV kommt in der Luft- und Raumfahrtindustrie beispielsweise von der AERO-Coating GmbH und der Aerotec GmbH. Bei den beiden Unternehmen geht es um Produktion und Forschung auf dem Gebiet der Beschichtung von Oberflächen und der Bearbeitung von Metallen unterschiedlichster Legierungen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Einrichtung von Technologiezentren, in denen wir Existenzgründer mit Räumlichkeiten und weiteren Gemeinschaftsdiensten unterstützen. Heute gibt es im Land insgesamt 20 Technologie- und Kompetenzzentren. In den Auf- und Ausbau dieser Zentren wurden insgesamt über 300 Millionen Euro investiert.

RC: *Drei Rostocker Gymnasiasten haben 2018 den Bundessieg bei „Jugend forscht" erstmals mit einem Thema in der bemannten Raumfahrt gewonnen. Wie beurteilen Sie das Bildungssystem in MV und speziell im Bereich Wissenschaft und Technik?*

Manuela Schwesig: Ich bin begeistert über die Bereitschaft von Kindern und Jugendlichen, sich an außerschulischen Aktivitäten zu beteiligen.
Unsere Schulen sind gut aufgestellt, um begabte und talentierte Schülerinnen und Schüler zu fördern. Mit Beginn des Schuljahres 2017/2018 haben 14 Profilschulen ihre Arbeit aufgenommen. Diese Gymnasien und Gesamtschulen bieten Schülerinnen und Schülern besondere Bildungsangebote, um ihre Talente zu fördern. Neben der Humanistischen Bildung gibt es den Schwerpunkt MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik).
Darüber hinaus beteiligen sich Schulen an Wettbewerben wie „Jugend forscht" und an den Mathematik-, Informatik- und Chemieolympiaden. In Schülerlaboren an den Hochschulen oder im DLR_School_Lab erhalten Schülerinnen und Schüler Einblicke in die entsprechenden Forschungsbereiche.
Mit der Kinderuni, der Jugenduni oder dem Juniorstudium haben die Hochschulen innovative Formate und Veranstaltungen entwickelt, mit denen sie Kinder und Jugendliche insbesondere auf Naturwissenschaften und Technik neugierig machen.

RC: *Wie sieht Ihre persönliche Vision für die Raumfahrt in 30 oder 50 Jahren aus? Werden wir auf dem Mond oder Mars siedeln? Werden wir Kontakt zu anderen Intelligenzen herstellen können? Oder sind Sie eher der Auffassung, dass wir alleine im All sind? Wird die KI eher ein Fluch als Segen sein?*

Manuela Schwesig: Ich hoffe doch, dass die Weltraumforschung in den nächsten 30 Jahren erhebliche Fortschritte macht. Ich bin jedenfalls sehr gespannt. Sicher werden wir sehr viel mehr über die Beschaffenheit der Planeten unseres Sonnensystems wissen. Wohnen werden wir auf Mond und Mars wohl eher nicht. Künstliche Intelligenz wird in vielen Bereichen der Wissenschaft und der industriellen Entwicklung für Veränderung sorgen. Die Arbeitswelt wird sich massiv verändern aber ohne menschliche Arbeitskraft wird es auch in Zukunft nicht gehen. Es wird Aufgabe von uns allen sein, die sich bietenden Chancen zu nutzen und mit den Risiken verantwortungsvoll umzugehen.

RC: *Wir danken recht herzlich für das Gespräch.*

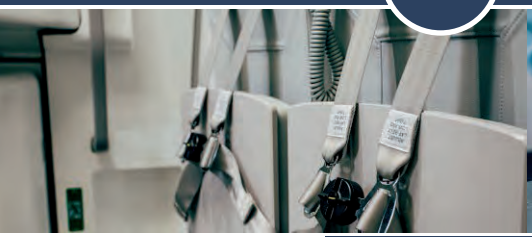
Das Gespräch führte Ute Habricht.

Anzeige

END-TO-END PRODUKT PARTNER
Entwicklung | Fertigung | Integration | Test

Test-und Automatisierungssysteme
Sonderanlagen und Vorrichtungen
MGSE / EGSE
Kabelbäume
Avionik Komponenten
Kabinen Simulatoren und Mock-Ups

LUFTFAHRT RAUMFAHRT INDUSTRIE



RST
MEMBER OF THE FERCHAU AVIATION GROUP

RST Rostock System-Technik GmbH
Friedrich-Barnewitz-Straße 9 | 18119 Warnemünde
+49 (0)381 56 0
+49 (0)381 56 202
info@rst-rostock.de

RC-Weltraumtisch 2019 (1)

Im Gespräch mit dem Mitglied des Deutschen Bundestages, Joana Cotar (AfD)

Joana Cotar, selbständig im Bereich Projektmanagement (gewählt über die Landesliste Hessen). Sie ist u.a. Obfrau in der Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz" und Obfrau im Ausschuss Digitale Agenda.

RC: *Frau Cotar, in Ihrer politischen Arbeit haben Sie sich auch für eine Mitwirkung in der Parlamentsgruppe Luft- und Raumfahrt entschieden. Warum?*

Joana Cotar: Als stellvertretendes Mitglied im Ausschuss für Angelegenheiten der Europäischen Union kenne ich mich mit von der Welt entfernten Raumschiffen aus...

Nein, Spaß beiseite: Luft- und Raumfahrt sind ein bedeutender Industriezweig und leisten zugleich einen Beitrag für die Forschung. Als Abgeordnete möchte ich für eine technologiefreundliche und moderne Politik eintreten und sehe in der Parlamentsgruppe ein wichtiges Forum für dieses interessante Themengebiet. Abgesehen davon hat mich auch mein privates Interesse zu der Parlamentsgruppe geführt. Ich bin mit Raumschiff Enterprise-Folgen aufgewachsen und sicher nicht die Einzige, die dadurch an das faszinierende Thema „Raumfahrt" herangeführt wurde. Eine Begegnung und ein langes Gespräch mit Neil Armstrong in Los Angeles haben mich nachhaltig beeindruckt. Ich möchte, dass Deutschland seine Rolle in der Raumfahrt ausbaut.

RC: *Die Flaggschiffe der europäischen Raumfahrt heißen Ariane 6, ISS und Galileo. Wie bewerten Sie diese Projekte?*

Joana Cotar: Generell bin ich allen Raumfahrtprojekten positiv zugeneigt und ich unterstütze jede Überlegung, die dem Ziel dienlich ist, zur Förderung der Raumfahrt und entsprechender Forschung beizutragen. Gerade Projekte wie die Ariane 6 sind wichtig, weil sie die Unabhängigkeit Europas in der Raumfahrt stärken. Neben diesen Projekten wäre es zu begrüßen, auch dem Thema „Exploration" mehr Raum zu geben, die Erkundung des Weltraums – was gibt es da noch in den „unendlichen Weiten"? Investieren wir auch mal in das Unbekannte.

RC: *Deutschland unterstützt als zweitgrößter Beitragszahler Entwicklung und Produktion der neuen Ariane 6, um den eigenen souveränen Zugang zum All zu erhalten. Gleichzeitig beauftragen Bundeswehr und BND den Billiganbieter SpaceX mit dem Transport ihrer Satelliten und finanzieren somit die US-Konkurrenz, deren Dumpingpreise staatlich subventioniert werden, um auf mittlere Sicht eben diesen eigenständigen Zugang Deutschlands zu unterminieren. So etwas gibt es in keinem anderen Land der Erde, warum hier?*

Joana Cotar: Eine berechtigte Frage, deren Beantwortung sicherlich nicht von der Betrachtung spezifischer deutscher Befindlichkeiten getrennt werden kann. Es ist wohl keine übertriebene, wilde Spekulation, wenn man dies auch darauf zurückführt, dass das Vertreten der eigenen nationalen Interessen in Deutschland mit einer gewissen Anrüchigkeit verbunden ist. Auf Dauer ist das schlicht kontraproduktiv. Sie weisen mit Recht darauf hin, dass eine solche Raumfahrtpolitik in keinem anderen Land der Erde betrieben wird. Hier wäre eine Prise ökonomischer Patriotismus durchaus angebracht, unsere Satelliten sollten auch mit unseren Raketen ins All geschossen werden. So fördert man die eigene Industrie.

RC: *Können Sie uns Beispiele nennen, wie in Hessen oder auch in Ihrem Wahlkreis Raumfahrt und Weltraumforschung praktiziert wird?*

Joana Cotar: Insbesondere in der Region Darmstadt existiert hierzu eine beachtliche Infrastruktur, wobei ich hier sicherlich keine Liste mit Anspruch auf Vollständigkeit vorlegen kann. So befinden sich in Darmstadt beispielsweise das Satellitenkontrollzentrum der Europäischen Weltraumorganisation ESA sowie der Wettersatellitenbetreiber EUMETSAT. Auch die Universitäten haben das Thema für sich entdeckt – so zum Beispiel die Justus-Liebig-Universität Gießen mit dem Studiengang „Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen".

RC: *„New Space" ist ein Stichwort in aller Munde. Wir greifen mal zwei konkrete „Ingredienzien" heraus: „Kommerzialisierung" und „Digitalisierung" und fragen Sie: Sind Sie überzeugt, dass Europa und vor allem Deutschland es hinbekommen, in Ermangelung risikofreudiger Milliardäre staatliche Risikokapitalgesellschaften auf den Weg zu bringen, um der Raumfahrt hierzulande gleiche Bedingungen für den Wettbewerb im New Space zu schaffen?*

Joana Cotar: Ich bin ehrlich gesagt skeptisch. Europäische und deutsche Start-ups sind schlicht unterfinanziert. Das ist ja leider nicht nur in der Raumfahrt so. Deutschland droht auch in diesem Bereich abgehängt zu werden. Die Bundesregierung tut zu wenig, um diese Fehlentwicklung zu beheben - gerade im Bereich Risikokapital. Wenn hier nicht bald ein Umdenken stattfindet, werden wir junge Unternehmen an die Länder verlieren, die die Chancen bereits erkannt und rechtzeitig reagiert haben. New Space-Unternehmen wird die Zukunft gehören, die Alten werden sich bald anstrengen müssen, um mitzuhalten.

RC: *Wie ist es vor dem Hintergrund zu verstehen, dass weder beim BMWi noch*

bei dessen Agentur DLR Ansprechpartner für Digitalisierung mit entsprechenden Förderbudgets installiert sind?

Joana Cotar: Eine berechtigte Frage. Ich stelle auch jenseits der Luft- und Raumfahrt häufig fest, dass die Bundesregierung zwar gerne das Schlagwort der „Digitalisierung" im Munde führt, doch in der Praxis passiert auf diesem Feld insgesamt sehr wenig.

RC: *Am 6.11.2018 debattierte der Deutsche Bundestag über die digitale Zukunft, z.B. über das „Internet der Dinge", 5 G und anderes. Wie bewerten Sie die Haltung der Bundesregierung bzw. was sind Ihre Ansichten?*

Joana Cotar: Es ist schön, dass im Bundestag jeder das Wort „Digitalisierung" im Munde führt. Keine Rede, keine Regierungserklärung, die ohne die typischen Buzzwords auskommt. Das Problem ist jedoch: Es wird viel geredet und kaum was getan. Das merkt man schon daran, dass Deutschland immer noch kein Digitalministerium hat, dass der Ausschuss „Digitale Agenda" nicht federführend ist und dass die GroKo Anträge, die direkt die Digitalisierung betreffen, lieber in andere Ausschüsse verweist. Wenn sich in Deutschland weiter unzählige Ministerien unkoordiniert um die Digitalisierung kümmern, dann wird das nichts. Viele Köche verderben den Brei, das Sprichwort passt hier leider.

Deutschland hinkt in Sachen Digitalisierung Staaten wie den USA oder China meilenweit hinterher. Wir müssten eigentlich einen ordentlichen Sprint hinlegen, um wieder aufzuholen, stattdessen geben wir aber allzu oft den Fußkranken. Das gilt gerade auch im ländlichen Raum, der nicht nur beim schnellen Internet häufig vernachlässigt wird.

RC: *Sie arbeiten in der Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz". Was sind deren Aufgaben?*

Joana Cotar: Zu dieser Enquete-Kommission gehören neben mir noch weitere 18 Bundestagsabgeordnete sowie 19 Sachverständige. Die Kommission soll Handlungsempfehlungen für den Umgang mit künstlicher Intelligenz liefern, die nach der parlamentarischen Sommerpause im Jahr 2020 in einem Abschlussbericht festgehalten werden sollen.

RC: *Es gibt heutzutage nicht wenige Mahner, die die kommenden Bedrohungen für die Menschheit in der Künstlichen Intelligenz sehen. Wie stehen Sie dazu?*

Joana Cotar: Seit jeher gehört es wohl zum Wesen technischer Neuerungen, dass sie häufig Fluch und Segen zugleich sind. Ebenso gehört es sicherlich zu den uralten menschlichen Reflexen, dass bei unvertrauten Technologien im ersten Moment häufig nur der Fluch und die Gefahren gesehen werden. Wir sollten uns bei der Künstlichen Intelligenz vor diesem Fehler hüten und die Gefahren nicht maßlos überbewerten. Von einer Terminator-Zukunft sind wir weit entfernt. Gleichzeitig sollten wir uns aber auch nicht dazu verleiten lassen, die nötige Sicherheit zu vernachlässigen. Wir müssen die positiven Aspekte nutzen, die schädlichen Begleiterscheinungen aber eindämmen. Als Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz" haben wir beispielsweise im Blick zu behalten, dass einerseits die Vorteile der künstlichen Intelligenz für den Lebenskomfort und für die wirtschaftliche Entwicklung möglichst effektiv genutzt werden können, andererseits aber auch kein Missbrauch durch Überwachungsmethoden wie etwa in China stattfindet. Die Nutzung der künstlichen Intelligenz muss sich an der Rechtsstaatlichkeit und unseren Grundwerten orientieren.

RC: *Raumfahrt und Weltraumforschung kann in vielen Bereichen wirken. Wie stehen Sie zur militärischen Nutzung des Weltraumes?*

Joana Cotar: Die Raumfahrt ist ein Innovationstreiber für unsere Gesellschaft. Die Trennlinien zwischen ziviler und militärischer Nutzung verlaufen dabei eher fließend. Mir kommt es darauf an, die Vorteile und die Möglichkeiten bestmöglich für die Menschheit zu nutzen. Das gelingt umso besser, je stärker die gesellschaftliche Rückendeckung ist. Deshalb ist es auch gerade bei der Raumfahrt wichtig, die Bürger in den Diskurs mit einzubinden und auf Hinterzimmerpolitik zu verzichten. Zeigen wir den Menschen die Vorteile auf, nehmen wir ihnen die Ängste und gehen wir selbst verantwortungsvoll mit den neuen Möglichkeiten um.

RC: *Das DLR Raumfahrtmanagement veranstaltet seit vier Jahren den INNOspace Masters-Wettbewerb (http://www.innospace-masters.de/), über den wir auch in unserem Newsletter für die PG LuR regelmäßig informieren. Der Wettbewerb gibt insbesondere Studenten und Start-ups die Möglichkeit, ihre Ideen im Bereich Raumfahrt und Weltraumforschung umzusetzen. Wie bewerten Sie diese Initiative und sollte Deutschland hier nicht wie andere Raumfahrtnationen sogar ein spezielles Förderprogramm auflegen?*

Joana Cotar: Die Idee dieses Wettbewerbs ist auf jeden Fall zu begrüßen. Für die optimale Entwicklung solcher Start-up-Unternehmen benötigen wir – ähnlich wie auch bei anderen Wirtschaftszweigen – optimale Wettbewerbsbedingungen, Bürokratieabbau und möglichst geringere steuerliche Belastungen. Darauf zu setzen scheint mir immer erfolgversprechender zu sein als die Konzentration auf staatliche Subventionsprogramme.

Joana Cotar: *„In Deutschland wäre eine Prise ökonomischer Patriotismus durchaus angebracht, unsere Satelliten sollten auch mit unseren Raketen ins All geschossen werden. So fördert man die eigene Industrie."*

RC: *Wir danken recht herzlich für das Gespräch.*

Mit Joana Cotar sprachen
Ute Habricht und Uwe Schmaling.
Fotos: Ute Habricht

RC-Weltraumtisch 2019 (2)

Im Gespräch mit dem Mitglied des Deutschen Bundestages, Alexander Müller (FDP)

Alexander Müller, Diplom-Informatiker, Hessen (Wahlkreis 178 Rheingau-Taunus – Limburg). Er ist u.a. Obmann im Verteidigungsausschuss und im Unterausschuss Abrüstung, Rüstungskontrolle und Nichtverbreitung

RC: *Herr Müller, in Ihrer politischen Arbeit haben Sie sich auch für eine Mitwirkung in der Parlamentsgruppe Luft- und Raumfahrt entschieden. Warum?*

Alexander Müller: Ich bin durch und durch Techniker, und habe schon von daher ein großes Interesse an der Raumfahrt, der technischen Königsdisziplin. Als Diplom-Informatiker und Inhaber einer Berufspiloten-Lizenz bestehen bei mir ohnehin viele Schnittstellen zur Raumfahrt. Vielleicht bin ich auch unter einem besonderen Stern geboren: Am Tag meiner Geburt war die Apollo 11 gerade unterwegs zum Mond, und sollte drei Tage später dort mit dem ersten Menschen auf dem Mond Geschichte schreiben.

RC: *Die Flaggschiffe der europäischen Raumfahrt heißen Ariane 6, ISS und Galileo. Wie bewerten Sie diese Projekte?*

Alexander Müller: All diese Projekte bewerte ich sehr positiv. Die Ariane 6-Rakete sichert Europa einen unabhängigen Zugang zum All. Außerdem sind europaweit rund 10.000 Menschen mit der Entwicklung der Ariane 6 und der Produktion der Ariane 5 beschäftigt. Gerade deswegen verfolgen wir als Fraktion der Freien Demokraten im Bundestag die Entwicklung der Ariane 6-Rakete sehr aufmerksam. Mit dem Satellitensystem Galileo wird die Unabhängigkeit Europas vom amerikanischen System GPS sichergestellt und ein Satellitensystem aufgebaut, das Navigationsdaten für viele zivile Bereiche zur Verfügung stellen wird. Das ist gerade im Digitalzeitalter sehr wichtig. Auf der ISS wurden bisher 900 Experimente aus 63 Ländern durchgeführt, das ist ein Beweis für friedliche globale Zusammenarbeit, die in der Raumfahrt stattfindet. Die ISS verbindet und zeigt der gesamten Welt die Bedeutung der Raumfahrt für den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt. Ich halte es für unerlässlich, diese Projekte weiterhin zu fördern, wobei Deutschland auch in der Zukunft sicherlich eine gewichtige Rolle spielen wird.

RC: *Wie bewerten Sie die Tatsache, dass Bundeswehr und BND den Billiganbieter SpaceX mit dem Transport deutscher Satelliten beauftragen, anstatt dafür die Ariane 6 zu nutzen?*

Alexander Müller: Wie aus der Antwort auf eine Kleine Anfrage der Freien Demokraten im Bundestag vom Juli 2018 *(Drs. 19/3304, siehe auch RC-103)* hervorgeht, wird in Deutschland die Inbetriebnahme von Satelliten als Gesamtpaket öffentlich und global ausgeschrieben. Damit liegt das verwendete Startsystem in der Verantwortung des Auftragnehmers. Wenn der Auftragnehmer sich für das kostengünstigste Startsystem entscheidet, ist das aus wirtschaftlicher Sicht nachvollziehbar, wahrscheinlich hat die Bundesregierung schlicht versäumt, darauf zu achten, die Nutzung der europäischen Infrastruktur verbindlich vorzuschreiben.

RC: *Können Sie uns Beispiele nennen, wie in Hessen oder auch in Ihrem Wahlkreis Raumfahrt und Weltraumforschung praktiziert wird?*

Alexander Müller: Der Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie bezeichnet Hessen nicht ohne Grund als den „Alleskönner der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie". Rund 200 Mittelständler und Großunternehmen sind in Hessen ansässig und in der Branche tätig. Darunter findet sich die gesamte Bandbreite der Technologien, die in der Raumfahrt zum Einsatz kommen, wieder. Beispielhaft können hier die Harmonic Drive AG aus Limburg in meinem Wahlkreis, deren Getriebe in zahlreichen Satelliten und Raumsonden zum Einsatz kommen, oder die Telespazio VEGA Deutschland GmbH in Darmstadt, die zu den Marktführern in Europa im Bereich Beratung und Technologien in der Raumfahrt gehört, genannt werden. Auch in der Forschung im Bereich Luft- und Raumfahrt kann Hessen einiges vorweisen: Am Institut für Festkörperphysik der TU Darmstadt werden die Auswirkungen von Weltraumstrahlung auf Organismen und elektronische Bauteile untersucht, und im Fachgebiet Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen werden Triebwerke für die Raumfahrt sowie miniaturisierte Raumfahrtantriebe entwickelt. Außeruniversitäre Forschungsinstitute wie das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und mehrere Fraunhofer-Institute in Darmstadt arbeiten an Projekten mit Schwerpunkten in der Luft- und Raumfahrt. In Darmstadt befinden sich auch einige für die europäische Raumfahrt wichtige Institutionen, darunter das ESA-Kontrollzentrum ESOC und das Centrum für Satellitennavigation Hessen (cesah), sowie die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH. Das cesah leitet außerdem im Auftrag der ESA das Business Incubation Center Darmstadt, das Start-ups im Bereich der Satellitennavigation betreut. Auf die starke Präsenz, die Hessen damit in der europäischen Raumfahrt zeigt, bin ich als Hesse wirklich stolz.

RC: *„New Space" ist ein Stichwort in aller Munde. Ist Deutschland dafür gut gerüstet?*

Alexander Müller: Bei der Entwicklung von „New Space" und der dafür essenziellen Digitalisierung mangelt es in Deutschland nicht an Innovationen und disruptiven Technologien, sondern an politischem Gestaltungswillen von Seiten der Bundesregierung. Hier hätte ein koordinierendes Digitalministerium vieles vereinfachen und beschleunigen können. Aus der Kommerzialisierung der Raumfahrt folgt eben auch die Entwicklung neuer Technologien und Anwendungen für Satellitensysteme, wodurch mehr Missionen für das Ariane 6-Programm entstehen können. Hierfür müssen Start-ups, die diese Technologien entwickeln, natürlich die Anwendungsphase erreichen.

Dafür benötigen sie jedoch häufig eine Finanzierung mit Wagniskapital. In Deutschland bestehen aktuell einige steuerrechtliche Hürden, die den Einsatz von Wagniskapital unattraktiv machen. Die Freien Demokraten machen daher einen eleganten Vorschlag: die Einführung eines Venture-Capital-Gesetzes anstelle staatlicher Risikokapitalgesellschaften. In der Folge würden mehr private Investoren, aber auch institutionelle Anleger, die Notwendigkeit staatlicher Risikokapitalgesellschaften beseitigen.

RC: *Das nationale Raumfahrtbudget Deutschlands ist winzig im Vergleich zum ESA-Beitrag, zudem leidet es in der Praxis oft genug darunter, als „Steinbruch" für Großprojekte missbraucht zu werden. Weil das mittlerweile ein offenes Geheimnis ist, plant das BMWi, in den nächsten drei Jahren um 80 Millionen aufzustocken. Gleichzeitig verbindet das Ministerium damit die Verpflichtung, 170 Millionen für drei neue große Projekte auszugeben. Per Saldo macht das dann ein sattes Minus von 90 Millionen. Können Sie sich vorstellen, dass es gelingen wird, dies in Parlament und Öffentlichkeit als den lang erwarteten Budgetzuwachs im nationalen Raumfahrtprogramm zu verkaufen?*

Alexander Müller: *„Zum Bundeshaushalt 2018 haben sich die Freien Demokraten leider vergebens dafür eingesetzt, das Budget des DLR um 50 Mio. Euro zu erhöhen."*

Alexander Müller: Das nationale Raumfahrtbudget sowie der Beitrag zur ESA stehen in enger Wechselwirkung. Raumfahrtprojekte sind oft mit enormen Kosten verbunden und können am besten auf europäischer Ebene realisiert werden. Daher finde ich es richtig, dass Deutschland einen großen Beitrag zur ESA leistet. Durch das Prinzip des Georeturns wird das ESA-Budget ja wieder fair verteilt. Das nationale Raumfahrtprogramm darf dennoch nicht außer Acht gelassen werden, damit deutsche Technologien und Unternehmen überhaupt an europäischen Projekten beteiligt sein können. Während der Beratungen zum Bundeshaushalt 2018 haben sich die Freien Demokraten dafür eingesetzt, das Budget des DLR um 50 Mio. Euro zu erhöhen, damit die deutsche Raumfahrtforschung international auf Augenhöhe bleiben kann; leider vergebens.

RC: *Ein zunehmender Teil nicht-kommerzieller der Erdbeobachtungs- und Telekommunikationssatelliten ist grundsätzlich auch im dual use militärisch wie zivil nutzbar. Ist das nicht eine versteckte Quersubventionierung des Militärhaushaltes durch etwa BMWi und BMBF, und wenn ja, wäre es nicht sinnvoll, von vornherein alle wissenschaftlichen Satellitenprogramme über mehrere Ressorts zu verteilen und damit am Ende auch mehr für alle zu letztlich geringeren Kosten für den Steuerzahler zu schaffen?*

Alexander Müller: Forschungs-Investitionen haben sehr oft einen Zusatz-Nutzen über den eigentlich intendierten Zweck hinaus. Im Gegenzug nutzt natürlich auch gezielte militärische Forschung oftmals „nebenbei" der Zivilisation, wie das Beispiel des Transistors zeigt: Herbert Mataré forschte 1942 an Verbesserungen der Radar-Technik und entdeckte dabei die Grundlagen des Transistors, der danach zur Grundlage sämtlicher Computer-Chips wurde. Die erste Verwendung von Teflon fand 1943 bei der Urananreicherung im Manhattan-Projekt statt. All dies zeigt, dass man im Bereich der Forschung nie im Voraus festlegen kann, welche Verwendung die Forschungsergebnisse später einmal erzielen werden. Dass nur ein Ressort der Bundesregierung die Verantwortung für ein bestimmtes Forschungsprogramm innehat, ist richtig, denn nur so können die notwendigen Entscheidungen effizient und zielgerichtet getroffen werden.

RC: *Das GMES, jetzt Kopernikus-Programm, ist ein Dual Use-Programm der EU. Reicht Ihnen diese europäische Version, oder brauchen wir nicht parallel etwas rein Nationales dieser Art? Vertrauen ist bekanntlich gut, aber ....*

Alexander Müller: Das Kopernikus-Programm ist aufgrund der Menge und Vielfalt der Daten, die dieses System liefern kann, ein enorm wichtiges europäisches Projekt. Im Hinblick auf das Ziel der Entwicklung einer echten gemeinsamen Außen- und Sicherheitspolitik in Europa sehe ich dort großes Potenzial. Das Zusammenwachsen in Europa in diesem Bereich ist auch ein weiterer Beitrag für Frieden und Stabilität. Durch das von der Bundeswehr betriebene Satellitensystem „SAR-Lupe" und das Nachfolgesystem „SARah" verfügt Deutschland jedoch über ein eigenes Aufklärungssystem auf dem aktuellen Stand der Technik. Auch hier gibt es Kooperationen mit europäischen Partnern, wie den Zusammenschluss des „SAR-Lupe"-Systems mit dem französischen „Helios"-System und den italienischen „COSMO-Skymed"-Satelliten zu einem europäischen Verbund an Aufklärungssatelliten. Diese Kooperation erhöht für alle Partner die Leistungsfähigkeit der Systeme.

RC: *Militärische Raumfahrt ist teuer, aber im Zweifel noch viel teurer, sie nicht gemacht zu haben. An welchen neuralgischen Punkten würden Sie sich einen Aufwuchs militärischer Raumfahrt wünschen?"*

Alexander Müller: Es ist erstrebenswert, die Möglichkeiten der Raumfahrt

hauptsächlich zu zivilen Zwecken zu nutzen. Die Freien Demokraten setzen sich für eine starke internationale Rüstungskontrolle und Vertrauensbildung auch in diesem Bereich ein. In naher Zukunft wird die Raumfahrt zu militärischen Zwecken jedoch weiterhin relevant für die Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland sein. Hier wünsche ich mir, dass die Fähigkeiten des Kommandos „Cyber- und Informationsraum" der Bundeswehr weiter gestärkt werden, um auf internationaler Ebene mithalten zu können.

RC: *Raumfahrt und Weltraumforschung kann in vielen Bereichen wirken. Darum Ihre Meinung, wie kann oder sollte Raumfahrt in thematischem Bezug auf nachfolgende Schlagworte von Nutzen sein?*

- *Terrorismus*
- *Bewaffnete Konflikte*

Im Bereich der bewaffneten Konflikte können Satelliten vor allem in der Lageaufklärung eingesetzt werden. So könnten beispielsweise bewaffnete Konflikte frühzeitig erkannt und terroristische Gruppierungen ausfindig gemacht werden.

- *Hungersnöte und Seuchen*

Die Raumfahrt hat hier großes Potenzial, durch ihre bildgebenden Verfahren und die vielfältigen Daten, die Satelliten liefern können. Mit meteorologischen Daten könnte zum Beispiel die Landwirtschaft optimiert werden, um Hungersnöte zu vermeiden. Ebenso kann man Satelliten einsetzen, um die Bewegungen von großen Tierherden zu verfolgen, wenn diese eine Seuche verbreiten.

- *Cyberkrieg*

Der „Cyber- und Informationsraum" wird heute schon von der NATO als eigener Operationsraum behandelt, analog zu den herkömmlichen Dimensionen Land, Luft und See. Die Sicherung von kritischer Infrastruktur und die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen Daten werden gegenüber konventioneller Feuerkraft immer wichtiger. Hierzu kann auch die Raumfahrt einen Teil beisteuern, vor allem im Bereich des militärischen Nachrichtenwesens und der Bereitstellung von Geoinformationsmaterial durch Satellitenbilder.

- *Nanotechnologie*

Die Nanotechnologie wirkt sich auf diverse Branchen aus. So hat sie auch in der Raumfahrt vielfältige Anwendungen, wie die Verbesserung von Materialien durch Beschichtungen mit Nanopartikeln und Systeme zur Energieerzeugung und -Speicherung. Langfristig bin ich auf visionäre Anwendungen wie einen Weltraumlift oder energiesparende Erkundungsroboter in Miniaturgröße gespannt.

- *Außerirdische Intelligenz*

Dass es im Weltall intelligentes Leben gibt, wir es bisher nur noch nicht entdeckt haben, ist höchst wahrscheinlich. Es existiert eine Vielzahl von Theorien und Annahmen über Außerirdische. Die Raumfahrt kann hier weitere Beiträge zur Kommunikation in das Weltall und zum Auffinden von Planeten, die potenzielle Grundlagen für Leben bieten, leisten.

- *Großer Asteroideneinschlag*

Schon heute werden Himmelskörper, die sich der Erde nähern, nachverfolgt und die Gefahr eines Einschlags bestimmt. Da ein großer Asteroideneinschlag wie zuletzt vor 65 Mio. Jahren verheerende Folgen für die Menschheit hätte, müssen solche Systeme weiter ausgebaut und verbessert werden. Auch Technologien, die eine Zerstörung oder Ablenkung von Himmelskörpern, bevor sie auf der Erde auftreffen, möglich macht, sollten wir weiter erforschen und nutzbar machen.

- *Tourismus*

Die Pläne für touristische Reisen in den Weltraum werden immer handfester. Das Unternehmen SpaceX hat sich zum Ziel gesetzt, im Jahr 2023 einen Flug zum Mond durchzuführen. Virgin Galactic arbeitet mit Raketenflugzeugen, die bereits bis an die Grenze des Weltraums aufsteigen können. Ich bin überzeugt, dass Weltraumtourismus ein Phänomen ist, das wir in naher Zukunft erleben werden. Auch Reisen zum Mond als ultimative persönliche Erfahrung halte ich in ferner Zukunft für realistisch.

RC: *Wir danken recht herzlich für das Gespräch.*

Mit Alexander Müller sprachen
Ute Habricht und Uwe Schmaling.
Fotos. Ute Habricht

Der RC-Weltraumtisch findet in Kooperation mit Space3000 statt.

Haushaltsmittel für die zivile Raumfahrt

	Ist			Soll				
Mio. €	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
ESA BMWi	724	791	755	852	857	829	766	778
Nationales Programm	260	260	274	285	285	297	297	297
DLR FuT[1]	191	197	212	208	223	233	239	244
Gesamt BMWi	1.175	1.248	1.242	1.345	1.366	1.359	1.302	1.319
Gesamt BMVI (einschl. ESA-Anteil)	244	202	272	234	201	180	156	137
Gesamt Bund	**1.419**	**1.450**	**1.514**	**1.579**	**1.567**	**1.539**	**1.458**	**1.456**

Stand: 01/2019

ggf. Abweichung durch Rundung.

[1] Einschließlich 10% Länderanteil wg. 90/10 Finanzierung DLR FuT.

Hinweis: Das Haushaltsgesetz 2019 wurde vom Bundestag am 17.12.2018 beschlossen und trat zum 01.01.2019 in Kraft. Die Zahlen für die mittelfristige Finanzplanung 2020 - 2022 stellen eine unverbindliche interne Planung der Bundesregierung dar, die jederzeit noch Änderungen durch die Bundesregierung und / oder das Parlament unterliegen kann.

Raumfahrttechnik für die Energiewende

Von Dr. Rainer Kocik

Wenn im Zusammenhang mit ArianeGroup von Tanks, kryogenen Systemen und neuen Werkstoffen die Rede ist, dann wird wohl jeder eher an die Ariane 5 und 6 denken, nicht aber an ein Thema wie die Energiewende. Und doch liefert die Raumfahrt – hier ArianeGroup – dazu weitgehend unbeachtet wesentliche Impulse. Das jüngste Beispiel ist das Projekt der „Offshore Windenergie Mecklenburg-Vorpommern" zur Speicherung von Energie über flüssige Luft.

Schon so mancher hat sich gewundert, warum ausgerechnet bei besten Windverhältnissen die Rotoren der Windkraftanlagen stillstehen. Der einfache Grund: Das große Problem aller regenerativen Energieerzeuger ist die Zwischenspeicherung von Energie, bis sie abgerufen werden kann. Bisherige Lösungen, etwa über Pumpspeicherkraftwerke, Druckspeicher, Batterien, Elektrolyse mit nachgeschalteter Methanisierung haben sich noch nicht als optimal erwiesen, sind aber in der weiteren Entwicklung. Entweder ist beispielsweise der Wirkungsgrad zu gering (Druckspeicher, Elektrolyse), oder es mangelt an Skalierbarkeit (Batterien).

Das neue Konzept sieht dagegen vor, aus dem erzeugten Strom bei -196 Grad Celsius verflüssigte Luft zu produzieren. Zur Wiedergewinnung elektrischer Energie wird kalte Luft zusammen mit Umgebungsluft expandiert und treibt ohne Verbrennungsprozess eine Turbine/Generator an. Die Vorteile liegen auf der Hand: das Konzept kann überall umgesetzt werden, wo Bedarf an Zwischenspeicherung besteht, Luft als zweite Komponente ist überall verfügbar. Skalierbarkeit sowie Speicherung von großen Energiemengen und auch der Gesamtwirkungsgrad in diesem Verfahren sind abhängig vom kryogenen Kältespeicher. Die Effizienz des Luftverflüssigungsverfahrens wächst dabei mit der Größe der Anlage. Für das Windrad im privaten Vorgarten bleibt der Wirkungsgrad zu gering. Hier kommt die Kompetenz der ArianeGroup – unter Federführung der RST Rostock System-Technik, zusammen mit Käfer Isoliertechnik und dem Fraunhofer Anwendungszentrum Großstrukturen (FhAGP) – zum Tragen, denn die fließt in die Entwicklung eben dieses kryogenen Kältespeichers ein.

Themen für die Ingenieure der ArianeGroup sind in diesem Zusammenhang: Werkstoffe, Tanks, kryogene Systeme, „Phase Change" (in Kombination mit porösen Materialien und Oberflächenspannungen).

Das Ergebnis aus technischer Sicht: Wirkungsgradverbesserung des kryogenen Kältespeichers um 3-10% als wesentliche Komponente. Das Ergebnis aus ökologischer Sicht: Ein wesentlicher Schritt hin zur Energiewende mit Schub für den Netzausbau und darüber hinaus ohne jede weitere Umweltbelastung durch den Prozess.

Offshore-Windenergie in Mecklenburg-Vorpommern: Dazu entwickelt RST Rostock System-Technik mit Partnern einen Teststand für den Cryo-Temperatur-Kältespeicher. Fotos: OWS-MV

Raumfahrt in Deutschland – Systemrelevante kleine und mittelständische Unternehmen (Folge 1)

(RC) Der Sinn von Systemen natürlichen Ursprungs, etwa Ökosysteme oder das Sonnensystem, besteht allein in ihrem Funktionieren. Nur der Mensch besteht darauf, dass sie einen Sinn haben müssen und setzt gar zuweilen im Wortsinn „Himmel und Hölle" in Bewegung, nur um zu einer Erklärung zu gelangen. Von Menschen selbst geschaffenen Systemen unterliegt daher immer ein Ziel, welches ihnen finalen Sinn und damit die Existenzberechtigung verleiht. Dabei besitzen diese Systeme sowohl in sich einen Sinn als auch dank ihrer Funktion in der Interaktion mit einem übergeordneten System.

Als vor gut zehn Jahren die bis heute wirkende Banken- und die Euro"krise" ausbrachen, beherrschte schnell ein sehr mächtiges Kriterium Diskurs und Handeln der Politik: „Systemrelevanz". Gemeint war und ist bis heute, dass die Staaten mit allen Mitteln (ihrer Bürger) jene Banken und Länder vor dem Zusammenbruch bewahren, die für das Funktionieren des Geld-, genauer: Kreditsystems unverzichtbar sind.

Am vorläufigen Ende der Diskussion stellte das Bundesamt für Finanzdienstleistungsaufsicht (bafin) fest, dass von den 190 Banken in Deutschland 36 als „systemrelevant" gesehen werden müssen, weil ihr Untergang den Zusammenbruch erst des (Pfand-) Kreditsystems und dann der darauf basierenden Währungs-, Wirtschafts- und Staatssysteme bedeuten kann.

Wie aber steht es um das System Raumfahrt? Welche Bedeutung hat es für den Staat, der es ja weitgehend selbst vorantreibt, und welche Unternehmen der Branche sind dabei tatsächlich „systemrelevant"?

Das System Raumfahrt

Wenn es ein Wort gibt, ohne das die Raumfahrt – egal, in welcher Sprache – nicht auskommt, dann ist es der Begriff „System". Sicher ist dieser Umstand ingenieurgetrieben und deutet immer darauf hin, dass von hochkomplexen Zusammenhängen die Rede ist. Aber im Kern trifft es die Sache: Raumfahrt ist ein im Grunde völlig neutrales Technologie-System, welches erst durch die Vorgabe gesellschaftlicher Zielvorstellungen mit Sinn aufgeladen wird. Das gilt für viele andere Technologie-Systeme auch. Von diesen unterscheidet sich die Raumfahrt aber in einem entscheidenden Punkt: sie ist universell einsetzbar. Denn als Querschnittstechnologie dient sie sowohl der **Förderung aller gesellschaftlichen Lebensgrundlagen** – Kommunikation, Energie, Mobilität, Lebens- und Materialwissenschaften, Sicherheit

Anzeige

KMU hierzulande sind die Grundfesten des modernen „Made in Germany", verstanden als Dreiklang von Qualität, Stabilität und Wachstum. Sie sind:

BEST OF SPACE

Die Kraft aus der Mitte.

Das Portal deutscher Raumfahrt-KMU www.best-of-space.de empfiehlt Ihnen als Partner die systemrelevanten deutschen Raumfahrt-Unternehmen des Mittelstandes:

ASP

STI

Produkte, Services, Referenzen und Kontaktinformationen finden Sie unter www.best-of-space.de

und Militär – als auch **der Erforschung und Wahrung aller unserer natürlichen Lebensgrundlagen:** Erde, Wasser, Luft, Klima/Atmosphäre und Raum.
Diese Vielseitigkeit, gepaart mit der naturgemäß globalen Auslegung der meisten Anwendungen, macht die Raumfahrt auch zu einem gleichermaßen wirtschafts- und machtpolitischen systemischen Instrument. Denn in einer globalisierten Welt haben nur noch neue Produkte Erfolg, wenn sie gleich auf globale Märkte ausgerichtet sind. Und da haben eben jene das größte wirtschaftliche wie geostrategische Potenzial, die mit Raumfahrttechnik vornherein zentral aus dem Weltraum alle Winkel der Erde erreichen. Zum Zweiten verhindert allein die Präsenz auf dem Feld drohende Wirtschafts- wie Wissensmonopole anderer: Wer oben nicht mitredet, hat unten nichts zu sagen.

Doch welche Unternehmen sind systemrelevant für die Raumfahrt?
Analog zur Diskussion um Systemrelevanz im Finanzsektor könnte man hier simpel fragen, welche Raumfahrtunternehmen sind schlicht zu groß und/oder zu gut vernetzt, als dass der Staat als treibende Kraft hinter der Raumfahrt es sich leisten könnte, sie untergehen zu lassen, ohne dabei selbst in Chaos und Bedeutungslosigkeit zu versinken. Das wären dann automatisch schon jene Großunternehmen, die als LSI (large system integrators) bereits sozusagen den Systembegriff in der Berufsbezeichnung tragen, also Airbus Defence & Space, ArianeGroup, OHB, jenseits von Rhein und Atlantik etwa Thales Alenia Space oder Boeing und Lockheed. Sie sind hinreichend bekannt als Wirtschafts- und Technologiegrößen, ohne die alles ins Wanken geriete. Die Frage hier ist jedoch: gibt es auch unterhalb dieser Größenordnung eine Basis, aus deren technologischem und wirtschaftlichen Potenzial sich die Stärke des Gesamtsystems der deutschen Raumfahrt speist? Denn genau das wären Unternehmen von hoher Systemrelevanz. Allerdings braucht es für die Auswahl klar definierte Kriterien, wie sie unter anderem von der ESA und der Europäischen Kommission hervorgehoben werden:

- Beherrschung kritischer Technologie(n): verhindert Abhängigkeit von Produktlieferungen aus Monopolen und reduziert damit Erpressbarkeit und Diktate nachteiliger Bedingungen.
- Fähigkeit der Serienfertigung: führt zu drastischen Kostensenkungen, erschließt kommerzielle Märkte und reduziert staatliche Aufwendungen.
- Unabhängige Softwarelösungen: Voraussetzung für die Kontrolle der eigenen Daten und eine der Grundbedingungen zur Sicherung von NewSpace-Märkten.
- Design und Fertigung von Unikaten: ermöglicht den effizienten Bau vollkommen neuer Instrumente.
- Einsatz künstlicher Intelligenz: öffnet die Tür für einen riesigen universellen Zukunftsmarkt.

Quantitative Größen wie Umsätze, Zahl der Mitarbeiter, Auftragsvolumen und dergleichen mehr spielen hier keine Rolle. Vom Start-up bis zum etablierten Mittelständler soll in dieser Serie alles vertreten sein. Einzig die Qualität im Sinne der Systemrelevanz zählt. Hier nun also die ersten Beispiele, die sich bisher eruieren ließen.

KMU-Zeit: Salem-Neufrach, Baden-Württemberg

Transforming Power Into Success

Interview mit Thomas Hintze, Head of Business Development der ASP-Equipment GmbH

Thomas Hintze

Salem-Neufrach, eine 11.500-Seelen-Gemeinde am Rande der Urlaubsgestade des Bodensees. Kein eigener Passagierflughafen, kein direkter Autobahnanschluss. Wer von hier aus weltweite Raumfahrtmärkte erobert, muss schon etwas ganz Besonderes bieten. RC sprach mit Thomas Hintze.

RC: *Herr Hintze, wie würden Sie in Kürze ASP vorstellen?*

Thomas Hintze: ASP-Equipment GmbH ist ein inhabergeführtes und wirtschaftlich völlig unabhängiges Unternehmen für Leistungselektronik im Umfeld von Raumfahrt und terrestrischer Industrie mit hohem Spezialisierungsgrad. Zu unseren Produkten zählen kundenspezifische Gleichspannungskonverter, Electronic Power Conditioner für Halbleiterverstärker, Propulsion Power Units für elektrische Satellitenantriebe, Power Units bis 30.000 Volt für wissenschaftliche Instrumente, Power Control and Distribution Units für die Satelliten-Primärenergieversorgung, Instrument Power Units für wissenschaftliche Instrumentierungen,

Batteriemanagementsysteme, Leistungswandler für Brennstoffzellen sowie Hochleistungsverstärker für Satellitenkommunikation im Bodensegment. Außerdem verfügt ASP über die vollständige

Entwicklungs- und Prozesslandschaft im eigenen Haus. Wir agieren in jeder Hinsicht unabhängig und sind dadurch in der Lage herausragende Angebote zu erstellen, da wir jeden Aspekt in einer Produktentstehung selbst beeinflussen können.

RC: *Das klingt umfangreich und eindrucksvoll. Aber was unterscheidet Sie von sicherlich vielen anderen Unternehmen in Europa, Asien oder den USA, die mit Ihnen auf diesem Gebiet der Leistungselektronik konkurrieren?*

Thomas Hintze: Zum einen: so viele sind es nicht. Rechnen Sie in Europa mit etwa vier bis fünf ernsthaften Konkurrenten. Bezeichnend ist für uns dabei aber schon einmal, dass wir einen Großteil deren potenzieller Kunden beliefern. Dazu zählen alle namhaften Raumfahrtunternehmen in Europa sowie die wichtigsten in Nordamerika und Asien. So finden sich ASP-Produkte in vielen bekannten Raumfahrtmissionen wie Galileo, Sentinel, Alphasat, MTG, METOP, Earth Care, EnMAP, Juice, Kompsat. Das mag schon einmal als Indikator für das Qualitätsniveau dienen, auf dem wir agieren und produzieren. Zum anderen, und da wird es dann eben auch wirtschaftlich hoch interessant: ASP-Equipment verfügt als einziges deutsches KMU über die ESA Line Verifikation (ECSS-Q-ST-70-38C) zur SMT-Bestückung. SMT bedeutet „Oberflächenmontage" („surface-mounting technology") elektronischer Bauelemente auf Leiterplatten ohne Drahtanschlüsse. Die Bauteile werden mittels lötfähiger Anschlussflächen direkt auf eine Leiterplatte gelötet. Diese Technologie ist im Gegensatz zur Durchsteckmontage (englisch Through Hole Technology, THT) sehr modern und erlaubt einen sehr hohen Automatisierungsgrad und ermöglicht dadurch geringe Fertigungskosten. Diese Fähigkeit nutzen wir für eigene Produkte und bieten diese als Dienstleistung dem spezialisierten Raumfahrtmarkt an. Sowohl deutsche „Large System Integrator" (LSI), wie Airbus Defence and Space, als auch Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) nutzen dieses Angebot regelmäßig. Das Alleinstellungsmerkmal von ASP im Bereich der SMT-Bestückung liegt in der vollständigen Unabhängigkeit des Unternehmens zu anderen LSI und Affiliates.

Das digitale Herz der Instrument Power Unit für die Deutsche EnMAP-Mission. Ausführung noch in herkömmlicher gemischter Bauform mithilfe von THT- und SMT-Technologie. Design und Fertigung stammen von ASP. Der Endkunde ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt.

RC: *Das bedeutet, im Unterschied zu anderen ist Ihr Unternehmen in der Lage, die geforderte Raumfahrtqualität in Serienproduktion zu liefern?*

Thomas Hintze: Ganz genau. Und weil wir das schon lange können, haben wir auch den Fuß in der Tür zu einer Zukunft, in der Raumfahrt ein ganz neues Gesicht bekommt. Kommerzielle Mega-Konstellationen wie OneWeb, SpaceX, O3b, mPower, Brite Constellation und viele mehr werden dafür sorgen, dass sich die Anzahl operativer Satelliten im All in den nächsten fünf bis zehn Jahren auf etwa zwanzigtausend verzehnfachen dürfte. Derartige Projekte brauchen eine ausgeprägte Serien-Infrastruktur. Die Grundlagen dafür bestehen bei ASP schon länger, ab 2019 werden wir bei ASP die Fertigungskapazitäten unter anderem mit einer Verdoppelung im Reinraum-Bereich erweitern und den gesamten Betrieb räumlich und personell durch erheblichen Eigeninvest vergrößern. Nur so ist es möglich, wirtschaftlich wie auch aus industriepolitischer Sicht an den Erfolgen von NewSpace teilzuhaben.

RC: *Wie meinen Sie das?*

Thomas Hintze: Nun, der Klassiker des raumfahrtbegeisterten Milliardärs, der mal eben eine neun- bis zehnstellige Summe bereitstellt, um im Weltraum völlig neue Wege zu gehen, ist in Europa eher Mangelware und in Deutschland schon mal gar nicht vorhanden. Aber Europa und auch Deutschland sind keine Inseln, und erst recht gibt es hier keine unbegrenzten Budgets, um Raumfahrt auf ewig nach alten Mustern weiter zu betreiben. Um konkurrenzfähige Raumfahrt als eigenständige Domäne in Europa und Deutschland zu erhalten, wird sie bei den neuen Technologien von NewSpace mithalten müssen. Und das geht eben nur, wenn Unternehmen hierzulande schon ihren Fuß in der Tür haben, beispielsweise durch die Fähigkeit zur Serienfertigung – noch vor wenigen Jahren galt das Wort als Domäne des Automobilsektors. Wenn Unternehmen von hier aus eine Brücke zu NewSpace in den USA oder Asien bauen können, dann funktioniert diese eben auch in der Gegenrichtung: Es fließen nicht nur Aufträge, sondern auch dringend benötigtes Know-how wieder zurück. Und das stärkt wiederum die Bemühungen Europas um seine politisch dringend erforderliche Selbstbestimmung im All.

RC: *Gibt es jenseits der Serienfertigung Potenziale für kritische Raumfahrttechnologien, die Ihr Unternehmen hebt?*

Thomas Hintze: Hier ist das Stichwort Galliumnitrid (GaN) hervorzuheben - eine innovative aus Gallium und Stickstoff bestehende Halbleitertechnologie, die elektronischen Schaltelementen (z.B. Feldeffekt-Transistoren, FETs) in der Leistungselektronik besonders positive Eigenschaften verleiht. Feldeffekt-Transistoren auf der Basis von Galliumnitrid (GaN) finden zunehmend Einsatz als nächste Generation von Hochleistungs-Bauelementen für Leistungselektronik-Systeme. GaN-FETs ermöglichen den Betrieb mit um vielfach höheren Schaltfrequenzen und erreichen deutlich gesteigerte Leistungsdichten infolge der geringen Verluste. Geräte in der Leistungselektronik erreichen außerdem signifikante Verbesserungen um Faktoren im Bauraum und im Gewicht. Auf Basis eigener Studien wird ASP diese Technologie auch für Weltraumtechnik einsetzen.

RC: *Das klingt nun für den Laien sehr speziell – wie groß ist dieser Schritt hin zur GaN-Technologie?*

Thomas Hintze: Der Schritt hin zu dieser Technologie ist vergleichbar mit

der allgegenwärtigen Bedeutung der digitalen Wende. Nur mit dem Unterschied, dass die GaN-Technologie gleich den nächsten Schritt von der Digitalisierung zur Quantentechnologie mit befeuert. Um es mal drastisch zu sagen: Wenn wir da nicht mithalten können, verhalten wir uns wie ein Land, das seinerzeit die Einführung des PC ablehnte, weil ihm die Reiseschreibmaschine genügte, und nun am Horizont das Zeitalter der Quantencomputer heraufdämmern sieht.

RC: *Welche Erwartungen haben Sie an die ESA-Ministerratskonferenz 2019?*

Thomas Hintze: Wichtig für die MK 2019 ist das feine politische Verständnis dafür, diesmal eine gute Mischung aus Anwendungen (z.B. ISS und Ariane) einerseits und Technologieentwicklung (GSTP und Artes) andererseits zu finden. Die letzten MKs haben insbesondere die Anwendungen wie ISS und Ariane sehr gestärkt und der Standort Deutschland braucht diese Industriebeiträge zweifelsohne. Allerdings lassen die letzten MKs auf dramatische Weise die Frage offen, mit welchen innovativen Technologien Deutschland in Zukunft eine Spitzenposition bei Anwendungen behalten will, während gleichzeitig Länder wie Frankreich und UK ihre Industrie in den letzten Jahren mit teilweise vierfach höheren Technologiebudgets ausgestattet hat. Für den deutschen Mittelstand ist so ein erheblicher Wettbewerbsnachteil wirksam geworden, er gefährdet unsere Industrielandschaft nachhaltig. Heute schon sehen wir erhebliche Defizite in der Beitragsfähigkeit der deutschen Industrie im Bereich innovativer Leistungselektronik im Umfeld eines sich wandelnden Raumfahrtmarktes, der nicht bereit ist, Entwicklungskosten anteilig auf Produkte umzulegen. Immer wieder führen wir Gespräche, in denen wir gebeten werden unsere Entwicklungskosten nicht zu berechnen. Doch dies können wir als KMU in Deutschland nicht. ASP sucht händeringend nach Möglichkeiten, notwendige Entwicklungen im Bereich von Elektrischen Satellitenantrieben und Electronic Power Conditioner für Halbleiter – Hochleistungsverstärker zu finanzieren. Aber auch die technische Anschlussfähigkeit für Terrestrische Hochleistungsverstärker im Q/V-Band liegt mir am Herzen. Hier darf die deutsche Industrie den Anschluss an den europäischen und weltweiten Wettbewerb nicht verlieren. ASP hat hier viel Vorarbeit geleistet und im Rahmen des Machbaren mit aller Kraft investiert.

Der Schub muss jetzt aus der deutschen Politik kommen, um in Deutschland weiterhin innovativ und anschlussfähig zu bleiben.

RC: *Herr Hintze, vielen Dank für das Gespräch.*

Konzept: Ute Habricht

KMU-Zeit: Immenstaad, Baden-Württemberg

Spacetech-i: Ein Buchstabe, der den Unterschied macht

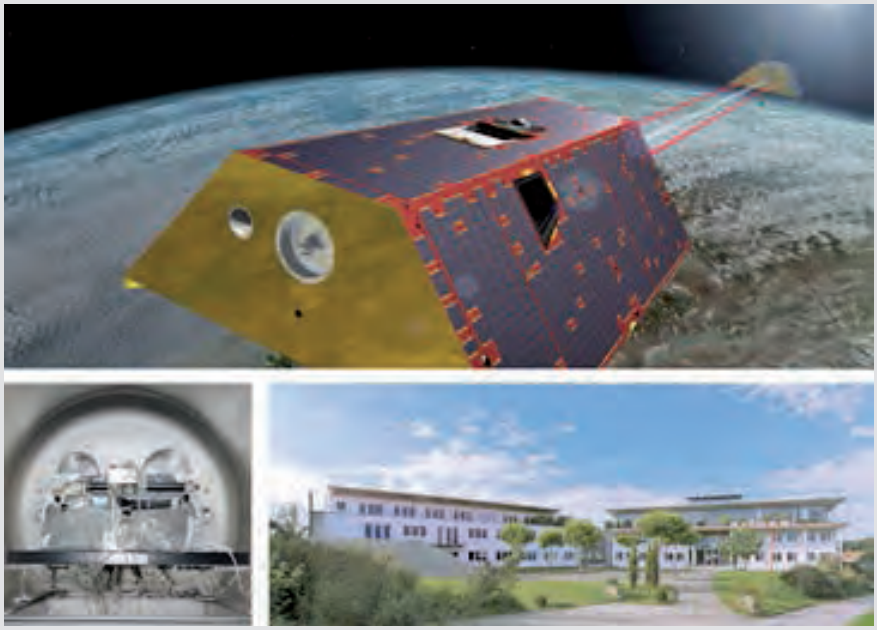
Den Begriff „Raumfahrttechnik" – in welcher Sprache auch immer – mögen einige Unternehmen in Europa im Namen führen. So auch die SpaceTech GmbH am Bodensee – doch den Unterschied sucht das Unternehmen selbstbewusst mit dem marketingstarken Anhang des einen Buchstabens: „i" zu setzen...

In der Tat geht die SpaceTech-i GmbH unternehmens- wie produktstrategisch neue Wege. Durchaus mit Erfolg, wie die Wachstumszahlen zeigen: Gegründet 2004, beschäftigt das Unternehmen heute 77 Mitarbeiter; der Zuwachs im ersten Jahrzehnt lag damit bei rasanten 38 % Prozent pro Jahr, angestrebtes Wachstum ist derzeit 10 % pro Jahr. Was im Hobbykeller eines Einfamilienhauses begann, findet heute in Büros, Reinräumen, Laboren, Test- und Fertigungsanlagen für die Serienproduktion auf einer Fläche von mehr als 5.500 Quadratmetern statt. Mit drei Kernbotschaften, die gleichzeitig auch klar die Systemrelevanz des Unternehmens unterstreichen, hat sich STI an den heimischen sowie internationalen Märkten für kommerzielle wie institutionelle Missionstechnik etabliert.

Small System Integrator

STI besitzt als eines unter sehr wenigen Unternehmen die Systemkompetenz für Kleinsatelliten und ist so zwischen den großen Systemfirmen auf der einen und den reinen Zulieferern auf der anderen Seite der Skala als „Small System Integrator" positioniert. Wesentlich für den Erfolg in dieser Rolle war und ist die Konzentration auf kostengünstige Satellitenmissionen. Als Beispiele sind etwa Formosat 5 für Taiwan, ICARUS für das Max Planck Institut für Ornithologie

oder DEOS für das DLR zu nennen. Die Verantwortung von STI bei solchen kostengünstigen kleinen Missionen reicht von Missionsauslegung, Unterstützung beim Systemdesign, Gestellung wesentlicher Subsysteme und der Satellitenplattform bis zur Integration des kleinen Systems.



Künstlerische Darstellung der GRACE FO-Satelliten im Orbit, links Unten: Retroreflektor des Laser-Interferometers von GRACE FO im Testaufbau in der Thermal-Vakuumkammer bei STI, rechts unten: Firmensitz STI in Immenstaad. Fotos: STI und Airbus

Serienproduktion und New Space

Auf dem Weg zum Systemintegrator hat sich SpaceTech erfolgreich in zentralen Komponenten, insbesondere Solargeneratoren, Mechanismen und Strukturen für Kleinsatelliten etabliert. Erfolgreiche Anwendungsbeispiele sind etwa die Solargeneratoren für Göktürk2, Sentinel 5P, NGSAR, C-SAT, Jason CS, Space IL und EUCLID, aber auch die ausklappbare Antenne für JUICE, die Jupitermission der ESA.

Darüber hinaus leistet SpaceTech seit einigen Jahren auf dem Gebiet der Serienfertigung Pionierarbeit; so werden im Haus Mechanismen für Mega-Konstellationen produziert und die automatisierte Fertigung von Solargeneratoren vorangetrieben.

Das lebhafte Geschäft mit den Kunden aus Europa, Asien und den USA ist für den Leiter der Geschäftsfeldentwicklung des Unternehmens, Dr. Kolja Nicklaus, der Beleg, dass die strategische Ausrichtung der STI GmbH die Erfordernisse an den Märkten im Wandel richtig antizipierte: "Zentrales Ziel ist die Entwicklung und Fertigung kostengünstiger Raumfahrtsysteme durch „out of the Box"-Denken, sowie die Konzentration auf das wirklich Wesentliche in Dokumentation und Verifikation, ohne dabei auf Zuverlässigkeit zu verzichten. Dadurch sind wir seit jeher erfolgreich im institutionellen Export und nationalen/ESA-Umfeld und seit neuestem auch im Bereich der New Space-Konstellationen".

In der Tat ist STI eines von nur zwei Unternehmen insgesamt aus Deutschland, die für wesentliche Aufgaben bei der künftigen OneWeb-Megakonstellation ausgewählt wurden: Das Unternehmen hat die Ausklappmechanismen der Solargeneratoren entwickelt und produziert 1.800 Einheiten innerhalb von nur zwei Jahren.

Laser und quantentechnologische Systeme

Die rasante Entwicklung der Lasertechnik - gerade auch in Deutschland - ermöglicht in der Raumfahrt Instrumente mit nie dagewesener Leistungsfähigkeit. So können Entfernungsänderungen über hunderte Kilometer auf Bruchteile des Durchmessers eines menschlichen Haares genau gemessen, globale Spurengas-Konzentrationen und Windgeschwindigkeiten mit vorher undenkbarer Genauigkeit erfasst werden und Datenübertragungsraten weit jenseits der herkömmlichen RF-Technik ermöglicht werden. STI spielt eine zentrale Rolle im zukunftsträchtigen Feld der höchststabilen Lasersysteme, belegt durch seine Beteiligung am Laserinterferometer von GRACE Follow-On, Entwicklungen der Laser für eine europäische Schwerfeldmission sowie den Gravitationswellendetektor LISA, die STI in enger Zusammenarbeit mit deutschen und europäischen Forschungsinstituten durchführt, als auch durch die Laser-Frequenzreferenz für MERLIN.

Darüber hinaus sind eben jene höchst stabilen Laser essenzielle Komponenten für eine ganz neue Klasse an Geräten, die quantentechnologischen Systeme. Sie ermöglichen u.a. wirklich sichere Datenverschlüsselung mittel QKD, höchstgenaue optische Atomuhren für zentimetergenaue Satellitennavigation und Quantencomputer für vielfältige Anwendungen. STI besitzt sowohl die Expertise bezüglich der Anforderung an derartige Systeme in der Raumfahrt als auch Detailwissen in den quantentechnologischen Systemen und kann hierdurch die bisher weitgehend im institutionellen Umfeld entstandenen terrestrischen Entwicklungen in Raumfahrtsysteme umsetzen, z.B. für optische Uhren zukünftiger Galileo-Generationen.

Innovative Lösungen für zentrale Themen von heute und morgen

Ausgehend von der langjährigen Erfahrung bei der erfolgreichen Umsetzung von Raumfahrtentwicklungen in den drei Unternehmensbereichen hat STI die nächsten Ziele fest im Visier:

- Das Laserinterferometer für die europäische Schwerefeldmission NGGM („Next Generation Gravity Mission"), mit der Grundwasserentwicklung und allgemeine Wasserkreisläufe des Planeten Erde mit nie dagewesener Genauigkeit untersucht werden. Denn gerade im Umfeld des Klimawandels, zunehmender Extremwetterphänomene und der immer öfter auftretenden Wasserkrisen für Städte und in der Landwirtschaft ist die Kenntnis der Grundwassersituation essenziell.
- Die Umsetzung der „Internet of things (IoT)" Kleinsatelliten-Konstellation M2Space, des weltweit ersten Systems, welches mit der existierenden Mobilfunktechnologie kompatibel ist. Sofort wären Millionen von Smartphone-Nutzern und Messstationen in der Lage, von jedem Punkt der Erde eine „SMS to Space" zu versenden, sei es zur kostengünstigen Anbindung von Funknetzen entfernter Geräte an IoT oder für Notfallsituationen wie eCall, im Gebirge oder auf See. Und das zu einem Bruchteil der Kosten aller Alternativen. Leider ist Deutschland gerade im stark wachsenden IoT-Markt nur schwach involviert.
- Den konsequenten Ausbau der automatisierten Fertigung von Satellitenkomponenten, die für eine Teilnahme

am New Space Markt essenziell ist und auch im institutionellen Markt zu deutlichen Kostensenkungen führen wird.

- Die Entwicklung satellitengestützter quantentechnologischer Systeme, die in den kommenden Jahren gerade in der Raumfahrt zahlreiche Anwendungen finden werden und für die sich STI durch die bisherigen Arbeiten eine umfangreiche Expertise erarbeitet hat.

Institutionelle Raumfahrt und New Space

STI geht seit jeher neue Wege, auch wenn sie risikobehaftet sind, um „mehr Raumfahrt" durch intelligente Lösungen innerhalb begrenzter Budgets zu ermöglichen. Der Erfolg basiert einerseits auf der Unterstützung des DLR für die Vision eines Small System Integrators und andererseits darauf, dass STI so den erfolgreichen Eintritt in den New Space Markt geschafft hat – noch immer eine Seltenheit. Im Umfeld der sich andeutenden Umbrüche in der Raumfahrt braucht es weiterhin die konsequente politische Unterstützung innovativer kleiner Raumfahrtunternehmen, um Deutschland und Europa technisch unabhängig zu halten. Für SpaceTech stehen da drei Themen im Vordergrund, so Dr. Kolja Nicklaus: „Erstens die Realisierung der europäischen Schwerefeld-Mission NGGM – hier benötigten wir die Unterstützung der deutschen Delegation auf der kommenden ESA-Ministerratskonferenz Ende 2019. Zweitens die Einführung institutioneller Programme für kleine Missionen unter KMU-Führung mit Schwerpunkt auf Zukunftstechnologien, wie Photonik und Quantentechnologie, im nationalen wie im ESA-Umfeld. Und drittens eine strikte Mindestbeteiligung von KMU in allen Raumfahrtprogrammen, auch bei Ariane, ISS und eventuellen Mondmissionen, die – und das ist ganz wichtig für die Raumfahrtgemeinde in Deutschland – nicht die anderen Programme weiter kannibalisieren dürfen. So interessant diese Infrastrukturprojekte sind, das größte Wachstumspotenzial in der Raumfahrt steckt im New Space Markt, und hier entscheidet sich, aus welchen Nationen Raumfahrtfirmen in Zukunft kommen."

Das „i" steht ursprünglich für „Immenstaad", den Firmensitz am Bodensee, bei den Kunden aber vor allem für „innovativ, intelligent und international".

Zusammenstellung: Ute Habricht

Lothar Riebsamen

MdB (CDU) Wahlkreis 293, Bodensee, Baden-Württemberg:

„Als Mitglied der Parlamentsgruppe Luft-Raumfahrt, sowie direkt gewählter Abgeordneter, der gleich mehrere Raumfahrtunternehmen im Wahlkreis hat, liegt mir die Förderung der Raumfahrt besonders am Herzen. Es ist essenziell, dass Deutschland den Anschluss an innovative Entwicklungen und Anwendungen in der Raumfahrt nicht verliert. Deshalb fordere ich, dass die deutsche Delegation sich auf der kommenden ESA-Ministerratskonferenz unter anderem für die europäische Schwerefeld-Mission NGGM einsetzt. Zudem ist mir wichtig, dass kleine und mittlere Unternehmen besonders gefördert werden. Dafür könnten institutionelle Programme für kleine Missionen unter KMU-Führung mit Schwerpunkt auf Zukunftstechnologien, sowie eine Mindestbeteiligung von KMU in allen Raumfahrtprogrammen sorgen. Eine solche Quote wäre sehr positiv für Mittelständler, die sonst gerade bei großen Projekten oft übersehen werden. Dabei können diese Hidden Champions sehr viel leisten. Ihre Unterstützung ist ein wichtiges Ziel der Bundesregierung."

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg fördert IRAS-Projekt mit rund einer Million Euro

Im Projekt IRAS II erforschen das DLR-Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie das Institut für Raumfahrtsysteme der Universität Stuttgart gemeinsam mit führenden Raumfahrtunternehmen digitale Methoden für das Design und die Produktion von kostengünstigen Satelliten.

Nach den ausgezeichneten Ergebnissen der ersten Projektphase wird mit IRAS II eine digitale Plattform umgesetzt, in der das gesamte Satellitenmodell in Form eines „digitalen Zwillings" den Partnern verfügbar gemacht wird. Dies dient zum einen der engen Kooperation verschiedener Partner bei der Entwicklung von Satelliten, aber auch der dreidimensionalen Visualisierung und „Erlebbarkeit" des Satellitenentwurfs. Auf Basis dieser Entwicklungsplattform werden unter anderem in 3 D-Druck erstellte, mit Sensorfunktionen ausgestattete Leichtbaustrukturen und leistungsfähige Antriebsmodule entwickelt. Zur drastischen Senkung der Kosten werden kostengünstige Elektronikkomponenten aus dem Automobilbau in Satellitenkonzepte übertragen.

Wirtschaftsministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut: „Mit dem Projekt IRAS werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass Wirtschaft und Forschungseinrichtungen im Raumfahrtcluster Baden-Württemberg auf diese Entwicklung vorbereitet und fit für den Wettbewerb sind."

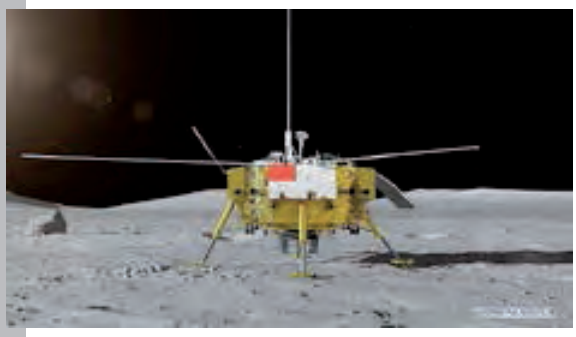
40 Prozent aller Beschäftigten in der deutschen Raumfahrtindustrie arbeiten in Baden-Württemberg. Der Südwesten Deutschlands nimmt damit als Standort der Luft- und Raumfahrtindustrie vor allem in den Bereichen Forschung und Entwicklung, aber auch für Zulieferunternehmen aus Hightech-Branchen eine bedeutende Position ein. Ein wesentlicher Teil des Clusters besteht aus kleinen und mittleren Unternehmen, die Komponenten und Subsysteme in höchster Qualität herstellen *(siehe auch vorhergehende Beiträge)*.

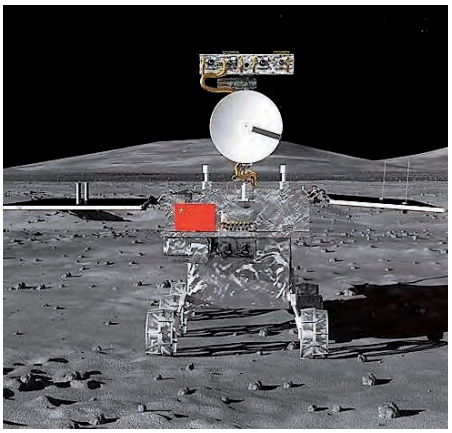
Mondzeit (Teil 23)

Chang'e 4: Elster, Häschen und Märchenfee auf lunarer High-Tech-Mission

Chinas Mondprogramm vollbringt historische Erstleistung

Von Jacqueline Myrrhe





Im Dezember 2018 veröffentlichte CNSA die künstlerischen Darstellungen des Yutu-Rovers und des CE-4 Landers. Fotos: CNSA/CLEP/China News Service

„Es gab Zeiten, da wurde intensiv debattiert, ob China Zeit und Geld in die Mondforschung investieren sollte." gab Ouyang Ziyuan, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und nationale Autorität in Sachen Monderkundung, am 3. Januar 2019 gegenüber dem chinesischen Staatsfernsehen zum Besten. „Nachdem wir unseren Vorschlag 10 Jahre lang verbessert und poliert hatten, nickte ihn der Regierungsrat schließlich 2004 ab." Als junger Wissenschaftler war Ouyang Ziyuan 1974 einer der ersten Chinesen, die Mondstaub von NASAs Apollo-Mission, ein Geschenk des US-Präsidenten Nixon an China, unter dem Mikroskop studierten. 30 Jahre später wurde er der Chefwissenschaftler für Chinas unbemanntes Mondprogramm CLEP. Obwohl schon pensioniert, war er am Vormittag des 3. Januar im Pekinger Missionskontrollzentrum und verfolgte wie Chang'e 4 (CE-4) um 10:26 Uhr Pekinger Zeit (PZ) (02:26 GMT) weich auf der Mondrückseite aufsetzte. Es muss ein erhebender Moment für ihn gewesen sein. Nachdem Ouyang für die vorherigen Orbiter- und Landemissionen verantwortlich war, ist dem Reich der Mitte mit CE-4 erstmals eine technologische und wissenschaftliche Erstleistung der Raumfahrtgeschichte gelungen. Gerade mal gut 15 Jahre nachdem China den ersten Taikonauten ins Weltall gestartet hatte, glückt die Landung auf der Mondrückseite – etwas was weder die USA noch die Sowjetunion attraktiv genug fanden, um es in Angriff zu nehmen.

Das CE-4-Projekt begann bereits 7 1/2 Monate zuvor. Am 21. Mai 2018 hob um 5:28 Uhr PZ (20. Mai, 21:28 GMT) an Bord einer Rakete vom Typ Langer Marsch-4C der Daten- und Kommunikationssatellit „Queqiao" vom Raumfahrtbahnhof Xichang in Chinas südwestlicher Sichuan Provinz ab.

„Queqiao" heißt übersetzt: Elsternbrücke. Gemäß der chinesischen Mythologie formten tausende und abertausende von Elstern mit ihren Flügeln eine Brücke, auf der sich die durch Missgunst getrennten Liebenden Zhi Nu, die siebte Tochter der Himmelsgöttin und ihr Ehemann, der irdische Kuhhirte Niu Lang, einmal im Jahr begegnen konnten.

Queqiao hat im übertragenen Sinne eine ähnliche Funktion. Zur Kommunikation mit der Mondrückseite bedarf es einer Relaisstation, die sowohl das Kontrollzentrum auf der Erde als auch die Geräte auf der erdabgewandten Mondseite im Radio-Blick hat. Queqiao, positioniert im Halo-Orbit des Erde-Mond-Lagrange-Punkt 2 (EML-2), kommuniziert mittels seiner Antenne von 4,2 m-Durchmesser mit der Erde per S-Band-Link bei einer Datenrate von 2 Mbit/s sowie mit dem CE-4-Lander und Rover auf dem Mond über vier X-Band-Verbindungen bei einer Datenrate von 256 kbit/s. Mondfahrzeug und Landeapparat wiederum nutzen untereinander eine UHF-Verbindung.

Die Elsternbrücke ist ein 425 kg schwerer, dreiachsen-stabilisierter CAST-100 Kleinsatellit mit einem 130 N-Triebwerk auf Hydrazin-Basis. Queqiao wurde von China Spacesat/CAST gebaut. Mit einer Lebensdauer von 3 bis 5 Jahren könnte Queqiao noch vielen weiteren Missionen zur Verfügung stehen, auch innerhalb der internationalen Raumfahrtgemeinde, wie Zhang Lihua, CASTs Projektmanager, kurz nach dem Start bemerkte.

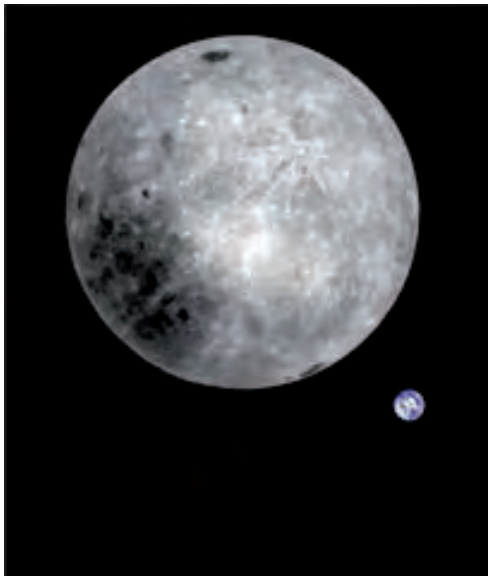
Bereits 25 min nach dem Start trennte sich Queqiao von der Oberstufe, entfaltete die Solarzellen und spannte die kreisrunde Antenne wie einen Regenschirm auf. Ohne Umweg über eine LEO-Parkbahn schwenkte Queqiao direkt in die Mondtransferbahn ein.

Die Elsternbrücke beherbergte auch die beiden chinesischen Mikrosatelliten DSLWP-A und DSLWP-B (Discovering the **S**ky at **L**ongest **W**avelengths **P**athfinder) oder auch Longjiang 1 (LJ) und Longjiang 2 (Black Dragon River) genannt. Beide 47 kg schweren und 50 x 50 x 40 cm großen, dreiachsen-stabilisierten Satelliten wurden

vom Harbin Institute of Technology gebaut, um im Formationsflug Langwellen-Radioastronomieforschung im Bereich von 300 m bis 10 m Wellenlänge auszuführen.

Niederländische Wissenschaftler des ASTRON (Niederländisches Institut für Radioastronomie) in Dwingeloo und des Radboud Radiolaboratoriums der Radboud Universität in Nijmegen haben die Niederfrequenz-Nutzlast für Radioastronomieforschung auf dem Queqiao-Übertragungssatelliten beigesteuert. Das Instrument ist gegenwärtig im Stand-by-Modus und wird erst nach Abschluss der Hauptmission in Betrieb gehen, um Interferenzen mit den Aktivitäten auf der Mondoberfläche zu vermeiden.

Auf LJ-2 ist die vom saudi-arabischen Forschungszentrum King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST) entwickelte Mikrokamera und eine Radioamateur-Nutzlast montiert, deren Signale auf der Frequenz 2.275,211 MHz zu empfangen sind.



Chinesische und niederländische Funker haben die Bilddaten von Longjiang 2 über das Radioamateursignal heruntergeladen. Foto: Wei Mingchuan (BG2BHC), Hu Chaoran (BG2CRY), Tai Mier (KG5TEP), Zhao Yuhao (BG2DGR)/Harbin Institute of Technology; Cees Bassa, Tammo Jan Dijkema, Vanessa Moss/Camras Dwingeloo Radio Telescope; Command Uplink by Reinhard Kuehn (DK5LA)

Am 8. Juni 2018 nahm die saudi-arabische Kamera auf dem Longjiang-2/DSLWP-B-Mikrosatelliten die Erde und den Mond auf. Auf der Erde ist die saudi-arabische Halbinsel sehr gut auszumachen während auf der Mondvorderseite der Krater Petropawlowski zu erkennen ist. Credit: CNSA/CLEP/KACST

Zu guter Letzt hat Queqiao auch noch einen Winkelreflektor für lasergestützte Entfernungsmessungen zwischen Satellit und Erde sowie 8.000 Namen und Nachrichten, resultierend aus einem öffentlichen Wettbewerb mit in den L2-Orbit genommen.

Nachdem LJ-1 und LJ-2 am 21. Mai auf der Mondtransferbahn ausgesetzt wurden, ging der Kontakt zu LJ-1 verloren und nur für LJ-2 kam am 25. Mai die Bestätigung des Eintritts in die elliptische Mondumlaufbahn.

Tage später, am 28. Mai, begann die saudi-arabische Kamera Aufnahmen zu machen. Eine weitere, von chinesischen Studenten entwickelte Kamera, ist ebenfalls betriebsbereit und seit September 2018 können Radioamateure die Bilder herunterladen.

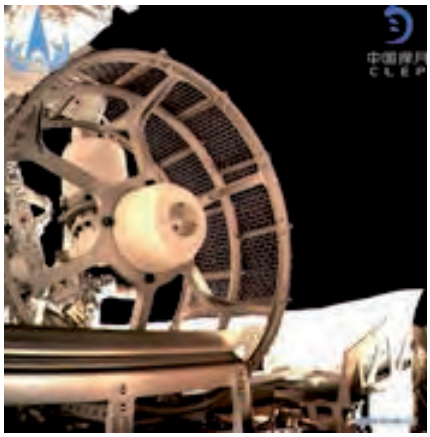
Am Vormittag des 14. Juni, nach 24 Tagen Flug, erreicht Queqiao nach Swing-by-Manöver am Mond seinen Arbeitsplatz im EML-2-Halo-Orbit. Aber der ganz große Auftritt auf der Bühne der Chang'e 4-Show stand noch aus!

Am 8. Dezember 2018, um 02:23 Uhr PZ (7. Dezember, 18:23 GMT) startet vom Xichang Raumfahrtbahnhof eine Langer Marsch 3B/E mit der CE-4-Mondsonde, bestehend aus Landeapparat und Mondfahrzeug. Nach weniger als einer Stunde erfolgt ohne Zwischenstopp im Erdorbit der Einschuss in die elliptische Mondtransferbahn von 200 km x 420.000 km. Das erste Korrekturmanöver, 17 Stunden nach dem Start, konnte entfallen. Die zweite vorgesehene Korrektur am 9. Dezember war akkurat genug, so dass auch die dritte Bahnanpassung unnötig wurde. Nach 110 Flugstunden, in einer Höhe von 129 km über der Mondoberfläche, gaben die Experten im Pekinger Flugleitzentrum am 12. Dezember um 16:39 Uhr PZ (8:39 GMT) den Befehl zum Abbremsen. CE-4 schwenkt in eine elliptische Mondumlaufbahn von 15 km x 100 km ein. Eine weitere Korrektur erfolgte vier Tage später und gleichzeitig wurde die Kommunikation mit Queqiao getestet. Zwei andere geplante Bremsmanöver waren nicht mehr notwendig.

Nach 26 Flugtagen, einer zurückgelegten Strecke von mehr als 380.000 km und mit Beginn des Mondtages am lunaren Südpol, sendet das Pekinger Flugleitzentrum am 3. Januar um 10:14 Uhr PZ (02:14 GMT) das Kommando für den Beginn der 12-minütigen Landesequenz. In 15 km Höhe und bei einer Geschwindigkeit von 1,7 km/s wechselt CE-4 die Flugrichtung von horizontal nach vertikal. Bei 8 km korrigierte CE-4 seine Lage. Der Lander zeigt nun für die senkrechte Abstiegsphase akkurat mit den Füßen nach unten. So bleibt der Abstandsmesser auf den Landepunkt ausgerichtet und liefert der Navigationseinheit verlässliche Höhendaten.

Bei 3 km erfolgte nochmal eine Lagekorrektur. Auf 2 km Höhe nahmen die Landekameras die Oberflächenformation des Mondes auf, um Hindernisse zu identifizieren, den Kurs durchzurechnen und die Abstiegsbahn anzupassen. In 100 m Höhe schwebte die Landeeinheit auf der Stelle, um kleinere Hindernisse auszumachen und die Abhänge zu vermessen. Nach dem Check der Daten wählte der Lander die beste Stelle zum Aufsetzen aus. 2 m über der Mondoberfläche schalteten sich die Bremstriebwerke ab und die vier Landebeine dämpften den freien Fall. Die Position des Landeplatzes im 180 km weiten Von-Kármán-Krater, einem Teil des Südpol-Aitken-Beckens, ist: 177,589° östliche Länge; 45,457° südliche Breite und stimmt sehr genau mit dem geplanten Ort überein. Der gesamte Landeprozess lief automatisch ab. Es gab außer dem Befehl zur Einleitung des Abstiegs kein weiteres Eingreifen aus Peking. Als im Flugleitzentrum die Bestätigung der Landung eintrifft, ist das Personal vom Erfolg emotional bewegt. Die Fotos davon gehen um die Welt. Der stellvertretende Ministerpräsident Liu He sendet Glückwünsche.

Auf dem Mond entfaltet CE-4 seine Solarzellen und fährt die Nieder-



Eine der zahlreichen Kameras auf dem Lander machte spezielle Nahaufnahmen der Rover-Räder. Sie waren beim Vorgänger Yutu 1 die Schwachstelle der Mission. Foto: CNSA/CLEP/ China News Service

frequenz-Antennen aus. Die Terrain-Kamera fotografiert die Landestelle in der beabsichtigten Fahrtrichtung des Rovers. In der Zwischenzeit werden das von der Universität Kiel beigesteuerte Neutronendosimeter und der energetische Analysator für neutrale Atome des schwedischen Instituts für Weltraumphysik (IRF) getestet.

12 Stunden nach der Landung rollt schließlich der kurz zuvor auf „Yutu 2" getaufte Mondrover von der Rampe. Mit diesem Namen folgte China der Tradition, den Rover nach dem weißen Jadehasen Yutu, dem Begleittier der Mondgöttin Chang'e zu nennen.

Kameras auf dem Lander überwachen die Bewegung der sechs Fahrzeugräder. Shen Zhenrong, Leitender Konstrukteur von Yutu 2, erklärte gegenüber dem Staatsfernsehen CCTV, dass die Roverkabel mit einer neuen Methode isoliert wurden, um sie besser vor dem abrasiven Mondstaub zu schützen.

Yutu 2 während seiner ersten Ausfahrt auf dem Mond. Foto: CNSA/CLEP

Yutu 2 macht eine erste kleine Fahrt, analysiert die Umgebung, erkennt Hindernisse und plant autonom seine Route. Schon am ersten Tag bestätigen die Experten im Flugleitzentrum, dass Yutu alle auf den Fotos abgebildeten Hindernisse bewältigen kann. Am 4. Januar etablieren Rover und Lander ihre eigenen Radioverbindungen mit Queqiao. Yutu 2 erreicht den Punkt A seiner Route und schaltet in den Stand-By-Modus um die Mittagshitze von über 100 Grad Celsius während des Mondtages abzuwarten, bevor die Arbeit am 10. Januar weitergeht.

Jim Bridenstine, Chef der NASA, gratuliert persönlich per Kurznachrichtendienst: „Glückwünsche für Chinas Chang'e 4-Team zur erfolgreichen Landung auf der Mondrückseite. Das ist eine Erstleistung für die Menschheit und eine beeindruckende Leistung!"

Roscomos-Chef Rogosin zog nach. Chinas Netizen nehmen ebenfalls regen Anteil an der Mission und sagten Yutu 2 "Hi!" oder wünschten dem Rover eine gute Reise: „Kleines Häschen, mach langsam! Fall bloß nicht in den Krater.", meinte etwa Weibo-Nutzer „Small Island Ye".

Am 11. Januar, dem Nachmittag des ersten Mondtages (ein Tag auf dem Mond entspricht 14 Erdtagen), veröffentlicht CNSA die von der Panoramakamera des Landers erstellte, aus 80 Einzelfotos bestehende 360-Grad Aufnahme der Umgebung (siehe Titel). Auch das aus 4.700 Einzelaufnahmen der Landekamera bestehende Video der Landesequenz wird gezeigt. Nachdem Lander und Rover sich gegenseitig fotografierten, erschienen diese Aufnahmen am 11. Januar um 16:47 Uhr PZ auf den Bildschirmen von Mission Control in Peking. Damit erklärte die chinesische Partei- und Staatsführung die erste weiche Landung auf der Mondrückseite zum vollen Erfolg.

Mit dem Herannahen der Mondnacht über der Landestelle werden Lander und Rover in den Schlaf-Modus versetzt. Die von Russland beigesteuerten thermonuklearen Wärmeelemente garantieren die Vitalfunktionen, aber das Biosphären-Experiment auf dem Lander wird aufgegeben. Kurz nach der Landung wurden diverse Samen in einem Mini-Ökosystem bewässert. Am 7. Januar war ein Baumwoll-Spross zu erkennen, der der Mittagshitze trotzte. Mit Einbruch der Nacht am 13. Januar und den damit zu erwartenden Temperaturen von -52°C im Behälter hatten die Keimlinge ohne Temperaturregelung keine Überlebenschance.

Am 14. Januar gab CNSA eine ausführliche Pressekonferenz. Dort wurde auch erklärt, dass die ersten rotstichigen Aufnahmen, die eher nach Mars als Mond aussahen, ohne Bildbearbeitung publik gemacht wurden, weil man die Bilder schnell haben wollte. Bei dieser Gelegenheit sickerte auch durch, dass NASA und CNSA vereinbart hatten, dass NASAs Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) wie schon zuvor bei Chang'e 3, die Landestelle der CE-4-Mission fotografieren würde. Aufgrund der unvorteilhaften Bahnmechanik hatte LRO die Landung an sich nicht observieren können. Dafür flog LRO mit Beginn des zweiten Mondtages am 30. und 31. Januar sowie am 1. Februar in nur 82 km Höhe über die Landstelle und funkte sehr scharfe Aufnahmen zurück, auf denen Lander und Rover in der Größe von wenigen Pixeln auszumachen sind.

Am 30. Januar wachten der Lander und am 29. Januar Yutu 2 durch den Lichteinfall der aufgehenden Sonne automatisch auf, alle Instrumente wurden aktiviert. Die Temperatursensoren hatten während der Mondnacht -190°C registriert – ein Rekord.

Zwischen dem 4. und 8. Februar ruhte Yutu 2 wieder im Stand-by-Modus. Insgesamt gab CNSA sehr wenige Details über den zweiten Mondtag bekannt. Rover und Lander arbeiteten stabil, die wissenschaftlichen Instrumente und die Kommunikation funktionierten problemlos. Yutu 2 fuhr 120 m im Gelände – sechs Meter mehr als der Vorgänger Yutu 1. Geht alles gut, kann Yutu 2 noch bis Ende März die Bodengegebenheiten erkunden.

Mit Eintritt der zweiten Mondnacht, fuhren der Lander am 13. Februar und der Rover am 12. Februar ihren Betrieb zurück.

Auf einer weiteren Pressekonferenz am 15. Februar wurde verkündet, dass die Internationale Astronomische Union IAU, die Benennung der Landestelle in „Statio Tianhe" und von vier weiteren Oberflächenformationen genehmigt hatte.

Wie geplant, wachten der Rover am 28. Februar und der Lander am 1. März auf, um die Fortsetzung der CE-4-Erfolgsgeschichte zu schreiben.

Marszeit (Teil 38)

Marsforschung aktuell (I)

Die Perspektive aus dem Orbit – Das große Ganze aus der Distanz erkennen

Von Ulrich Köhler

Mars Odyssey 2001 ist der älteste aktive Orbiter im Sonnensystem. Der Name der NASA-Mission ist eine Hommage an den legendären Film »2001: Odyssee im Weltraum« von Stanley Kubrick aus dem Jahre 1968. Bild: NASA/JPL-Caltech

Am Anfang war Viking. Nun, nicht ganz. Denn bereits vor den beiden legendären Orbitern und ihren Landemodulen hatten sowohl die UdSSR (weniger glücklich) als auch die USA (zunächst auch mit Rückschlägen kämpfend, schließlich aber mit erfolgreichen Mariner-Sonden) zumindest so interessante Daten geliefert, dass der Planetenforschung schnell bewusst wurde, dass der Mars ein hochinteressanter und im Vergleich mit der Erde wichtiger, spannender Planet ist. Das Projekt Viking jedoch ist immer noch die ‚Mutter aller Raumfahrtmissionen' zum Mars. Gestartet im Herbst 1975, angekommen Mitte 1976, erforschten die baugleichen Orbiter und – was für eine Leistung damals! – zwei identische Landesonden den äußeren Nachbarplaneten über mehrere Jahre. Den letzten Kontakt zu einer der vier Module, dem Lander von Viking 1, hatte die NASA in Chryse Planitia am 13. November 1982.

Zuvor hatten die beiden »Wikinger« in der Marsumlaufbahn den Planeten zum ersten Mal global und in einer Auflösung fotografiert, die umfassende und viele bahnbrechende wissenschaftliche Erkenntnisse ermöglichte. Das Bild vom Nachbarn Mars, das war das Bild, das Viking übermittelt hat und bald schon Hundertschaften von insbesondere jungen Wissenschaftlern beschäftigte. Die Planetenforschung war damals noch eine völlig »frische« Disziplin, die im Grunde genommen aus der Astronomie erwuchs (der Geologische Dienst der USA, der USGS, bezeichnete die Wissenschaftler, die sich mit Planeten beschäftigte, etwas irreführend noch als »Astrogeologen«) und erst mit dem Beginn des Raumfahrtzeitalters ein Eigenleben entwickelte. Sämtliche Nachfolgemissionen, ob in der Umlaufbahn oder auf der Oberfläche, müssen sich an Viking messen lassen. Werke wie The Geology of Mars von Thomas A. Mutch (1978) oder Michael H. Carrs Water on Mars (1996) waren und sind zu großen Teilen auch heute noch der Goldstandard der Marsforschung.

Nun herrscht inzwischen im Marsorbit ein Verkehrsaufkommen, als ob dort ein GPS-Navigationssystem etabliert werden soll. Das hat zwei Ursachen. Zum einen boomt die Marsforschung seit der Jahrtausendwende ohnegleichen, was im Wesentlichen auf zwei wissenschaftliche Hauptaspekte und einen etwas nachgeordneten Grund zurückzuführen ist. Auf den Viking-Bildmosaiken waren Hunderte von ausgetrockneten Flusstälern zu sehen, die nur durch den Abfluss von Oberflächenwasser ausgeschürft worden sein konnten. Die logischen Fragen lauteten also, erstens: Wann floss das Wasser, wohin ist es entschwunden (denn der Mars ist heute staubtrocken), und warum gibt es heute kein Wasser mehr, sprich: Wie verlief die Klimageschichte des Planeten? Und, zweitens, konsequent die sich daraus ableitende Gretchenfrage: Gab oder gibt es Leben auf dem Mars? Denn wo es Wasser gab (oder noch gibt), dort ist dies fast zwingend vorstellbar. Aber auch der erwähnte ‚nachgeordnete Aspekt' ist Triebfeder für die Marserkundung: Die Menschheit hat es mit den Mitteln der Raumfahrt zum Mond geschafft. Das ist 50 Jahre her; Buzz Aldrin, der zweite Mann auf dem Mond, war nach seiner Rückkehr vom Erdtrabanten fest davon überzeugt, dass es bis zur Jahrtausendwende auch Fotos von einem Fußabdruck wie dem seinen auf dem Mars geben wird. Dieses Zeitlimit wurde bekanntlich zunächst gerissen, allerdings ist gerade in den letzten Jahren eine elektrisierte Spannung in der Raumfahrtszene zu verspüren, wer und wie dieses – kein zu kleines Wort – Jahrhundertprojekt ‚Astronauten auf dem Mars' in Angriff genommen werden könnte. Konkrete Zeitpläne hierfür gibt es freilich noch keine.

Sechs „Dauerläufer" im Orbit

Beides, der Versuch, den umfangreichen wissenschaftlichen Fragenkomplex zu beantworten, wie auch das Bemühen, den Mars immer besser zu verstehen um in einem der nächsten Jahrzehnte mit Menschen auf ihm landen zu können, erforderte zwingend weitere Missionen. Die NASA ging hier sehr forsch voran und glänzte nach drei katastrophalen Fehlschlägen, einmal 1992 und zweimal 1999, aber auch dem sehr ergiebigen Mars Global Surveyor (1997-2006) seither mit ausgesprochen erfolgreichen Sonden. Auch die Europäer (Mars Express und der ExoMars Trace Gas Orbiter, zwei erstklassige Orbiter, leider auch zwei missglückte Landeversuche) gehören zum Zirkel der Mars-Reisenden. Ebenso Russland (nach den beiden gescheiterten Phobos-Missionen in den 80er-Jahren folgten noch zwei Versuche: zwei Misserfolge – Tiefschläge, von denen sich die russische Raumfahrt jenseits des niedrigen Erdorbits noch immer nicht erholt hat). Japan (ebenfalls gescheitert), China (Misserfolg, weil 2011 Huckepack auf der russischen

Mission Phobos Grunt) und Indien (Mars Orbiter Mission – ein Erfolg der indischen Raumfahrt, wissenschaftlich von begrenzter Bedeutung). In der beachtlichen Zahl dieser Missionen liegt die zweite Ursache für den dichten Verkehr in der Marsumlaufbahn: Alle Orbiter, die nach 2000 am Mars angekommen sind, funktionieren noch und wurden von ihren Raumfahrtagenturen auch nicht abgeschaltet, obwohl das Mindeshaltbarkeitsdatum längst abgelaufen war. So befinden sich heute sechs Sonden im Marsorbit:

- Mars Odyssey 2001 (NASA, seit 2001)
- Mars Express (ESA, 2003)
- Mars Reconnaissance Orbiter (NASA/2006)
- MOM (auch Mangalayaan; Indien, 2014)
- MAVEN (NASA, 2014)
- ExoMars Trace Gas Orbiter (ESA, 2016)

In etwa der gleichen Zeitspanne konnte die NASA – und dieses Knowhow hat die NASA nach wie vor exklusiv – auch noch sechs erfolgreiche Landungen auf dem Mars bewerkstelligen. Nach Viking 1 und 2 folgten nacheinander die Missionen Pathfinder (1997, mit dem Rover Sojourner), Mars Exploration Rover (2004, mit den Fahrzeugen Spirit und Opportunity), die stationäre polare Landesonde Phoenix (2008), das mobile Mars Exploration Laboratory (2012, der Tausend-Kilogramm-Rover Curiosity) und schließlich die geophysikalische Messplattform InSight (2018). Auch die beiden aktiven NASA-Sonden auf der Oberfläche profitieren von der üppigen Zahl an Orbitern: Sie dienen sowohl InSight und teilweise auch Curiosity als Relaisstationen für den Funkverkehr zur Erde.

Dem Außenstehenden stellt sich die berechtigte Frage, was diesen auffallend hohen Einsatz an Ressourcen rechtfertigt. Eine Antwort findet sich immer in der Unersättlichkeit der Wissenschaft, die nach der Auswertung eines jeden Experiments immer neue Fragen hat und deshalb mit anderen, neueren, leistungsfähigeren Sensoren an deren Beantwortung herangehen will. Schließlich ist aber die Suche nach Leben jenseits der Erde eine der ganz großen Fragen der Menschheit, und das ist aus dem Blickwinkel der Forschung gegenwärtig die stärkste Triebfeder für Missionen zum Mars. Hinzu kommt, dass der Mars trotz geringerer Größe als die Venus der erdähnlichste Planet ist und im Vergleich zu unserem inneren Nachbarplaneten eben auch leichter erreichbar ist – viel leichter auch als die Eismonde Europa und Ganymed (Jupiter) oder Titan und Enceladus (Saturn), die hinsichtlich der Suche nach möglichen Habitaten für (Mikro-) Organismen das zweite große Ziel der »Astrobiologie« sind. Tatsächlich ist das Ausmaß der Redundanz bei den zahlreichen Marsorbitern gar nicht so groß. Die International Mars Exploration Working Group verfolgt die Aktivitäten und spricht für die Planung von Missionen immer wieder Empfehlungen aus, welche Experimente tatsächlich einen Fortschritt versprechen, so dass fast nie zweimal dasselbe mit einem baugleichen Experiment gemessen wird.

Als unter der Oberfläche gespeichertes Eis im südlichen Hochplateau taute und Wasser sich in schlagartigen, katastrophalen Fluten einen Weg in Richtung der nördlichen Tiefebenen bahnte entstanden die Stromtäler Simud Vallis und Tiu Vallis (rechts). Die entleerten Hohlräume stürzten in sich zusammen und hinterließen ein zerrüttetes Gebiet, Hydraotes Chaos (Vordergrund). Bild: ESA/DLR/FU Berlin

Sedimente mit stromlinienförmig strukturierter Oberfläche deuten auf das langsame Fließen von Eismassen unter ihrem Eigengewicht hin. Auf den Gletschern lagerte sich Staub und Geröll ab, die heute das Fließmuster nachzeichnen. Bild: ESA/DLR/FU Berlin

Ist der Mars für das Leben geeignet?

Die NASA hat ihre Explorationsstrategie unter vier dick unterstrichene Überschriften gestellt. Zu großen Teilen beeinflusst diese Strategie auch die Vorgehensweise der ESA – zumindest in den ersten drei, sich zeitlich überlappenden Abschnitten: Der logische erste Schritt war unumstritten und lautet „Folge dem Wasser!", also die Suche nach möglicherweise heute noch existierenden Wasservorkommen, die aufgrund der Atmosphärendruck- und Temperaturbedingungen nur unterirdisch vorhanden sein können, sich aber vielleicht stellenweise durch sporadische Wasseraustritte verraten. Dem schließen sich die beiden fast synchron abzuarbeitenden Forderungen von „Erforsche die Eignung des Mars für Leben!" und „Suche nach Lebensspuren!" an. Zuletzt steht auf den Schaubildern der NASA für den gesamten Zeitraum der aktuellen Missionen und für die absehbare Zukunft

(mit offenem Ende) „Triff die Vorbereitungen für Expeditionen mit Astronauten!"

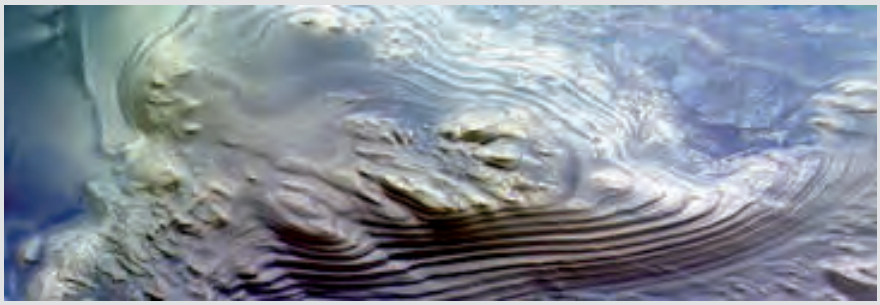
Tatsächlich gibt es ‚Wasser' auf dem Mars! Allerdings nur in seinem Aggregatszustand Eis, und dies in durchaus beträchtlichem Volumen, sowohl am Nord- als auch am Südpol (dort stark vermengt mit Kohlendioxideis, was eine der wichtigsten Entdeckungen von Mars Odyssey war), aber auch in gemäßigten Breiten in Form von Eislinsen in mehreren hundert Metern und bis zu mehreren Kilometern Tiefe. Der europäische Mars Express und später der Mars Reconnaissance Orbiter konnten diese manchmal über viele hundert Kilometer ausgedehnten Eislinsen mit ihren Radarexperimenten klar identifizieren.

Mars Express machte noch eine weitere sehr bemerkenswerte Beobachtung: An zahlreichen Stellen im Marshochland, auch am Übergang von Hochland zur nördlichen Tiefebene und im Umfeld einiger der großen Vulkane zeigte die Landschaft ein Schlierenmuster, wie es von Geröll bedeckte Gletscher in irdischen Hochgebirgen oder Polarzonen bekannt war: sogenannte Blockgletscher. Mancherorts hält man es für möglich, dass unter diesen Sedimentschlieren Eis auch heute noch in den gemäßigten Breitengraden existent ist oder, in geologischen Zeiträumen gedacht, vor nicht allzu langer Zeit vorhanden war und die sichtbare, geröllbeladene Oberfläche nur noch das Fließmuster der sich unter Auflast talwärts bewegenden Eismassen widerspiegelt. Wie dem auch sei: Die Beobachtung zeigt, dass der Mars, in Ermangelung eines massereichen Mondes, der seine Drehachse stabilisiert, periodisch immer wieder weit in die Horizontale kippt, fast auf die Ebene seiner Umlaufbahn. Dadurch bekommen die äquatorialen, gemäßigten und polaren Zonen eine jeweils ganz andere Energieeinstrahlung von der Sonne und es konnte so eben auch zu Vergletscherungen nahe des Äquators kommen.

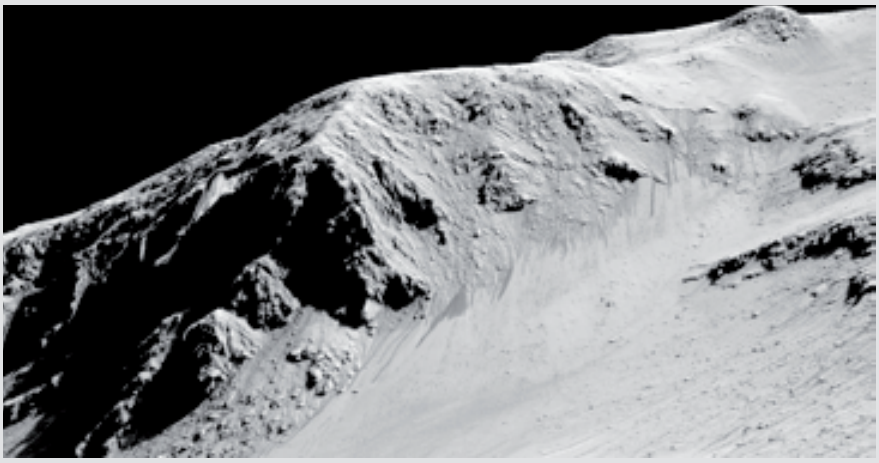
Wasser als solches? Ja, das wurde auch entdeckt … vielleicht! Zunächst immerhin die Spuren, die es hinterlassen hat. Hier gehen die Interpretationen etwas auseinander. Der Mars Reconnaissance Orbiter mit seinem unglaublich leistungsstarken Kamerasystem HiRISE (Bildauflösung von 20-30 Zentimetern pro Pixel aus 300 Kilometer Höhe) ist schon so lange im Orbit, dass er viele Stellen zwei- oder mehrmals fotografierte. Diese Aufnahmen lassen sich mit entsprechenden Algorithmen oder aber auch durch Augenschein auf Veränderungen im Landschaftsbild untersuchen. Die MRO-Wissenschaftler gerieten in Wallung, als sie an einer Geländekante und dem darunter liegenden Abhang dunkle Spuren entdeckten, die von einem anderen, abfließenden (?) Material verursacht wurden. Ähnlich nassem Sand an einer Sandburg, die äußerlich eine trockene Oberfläche hat, aber sobald man mit dem Finger eine Rinne zieht, tritt feuchter, dunkler Sand zutage, der hangabwärts rieselt. Und wenn oben in die ‚Burg' ein Eimerchen Wasser geschüttet wird, tritt es etwas unterhalb aus und fließt diese Rinnen hinab – und versickert dabei. Die dunklen Spuren *(siehe Foto Seite 26)* sind also nicht das Wasser selbst, sondern nur der feuchte und noch nicht hell getrocknete Sand am Abhang, die Spuren von Wasser, mithin also das, was im Englischen mit dem anschaulichen Begriff der »smoking gun«, dem ‚rauchenden Colt' bezeichnet wird.

Die kontrastverstärkte Aufnahme des 8.000 Meter hohen und 200 Kilometer langen Bergmassivs im Talkessel von Hebes Chasma lässt helle Schichten von Sulphatmineralen hervortreten, die sich dort in einem einst feuchten, sauren Milieu gebildet haben. Bild: ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

Die Marsatmosphäre ist nur dünn, entwickelt aber bisweilen eine extreme Dynamik. Über mehrere Monate hüllten Staubstürme (rechts) 2018 große Teile des Planeten ein. Bild: ESA/DLR/FU Berlin



Wasser, Eis und Wind transportierten erodiertes Material über den Mars und lagerten es an anderer Stelle zu Sedimentschichten ab wie hier in Juventae Chasma. Dieselben Kräfte präparierten diesen etwa 2.500 Meter hohen und 25 mal 7 Kilometer breiten Berg wieder aus dem Gestein und legen Schichten aus polyhydrierten Sulfaten frei. Bild: ESA/Roscosmos/CaSSIS



Am Rand des Kraters Horowitz hat der Mars Reconnaissance Orbiter Veränderungen in Form von etwa 100 Meter langen dunklen Streifen gesehen, die auf älteren Aufnahmen noch nicht zu sehen waren. Sie könnten von Wasser herrühren, das am oberen Ende der Hanglinien ausgetreten ist und wie Solen einen hohen Anteil an Salzen hatte, die als »Frostschutzmittel« wirkten. Das Wasser ist längst verdunstet oder sublimiert. Versuche haben gezeigt, dass auch abrutschendes Feinmaterial solche Strukturen erzeugen kann. Bild: NASA/JPL-Caltech/UoA

Doch wie ist es möglich, dass Wasser auf der Oberfläche des Mars heutzutage überhaupt fließen konnte? Die Marsatmosphäre übt noch nicht einmal ein Hundertstel des Gasdrucks der Erdatmosphäre auf die Oberfläche aus, was bedeutet, dass Wasser sofort sieden und verdunsten würde. In Kombination mit den niedrigen Temperaturen von zumeist weit unter Null Grad Celsius würde selbst zu Eis gefrorenes Wasser in diesen Breiten rasch sublimieren, also in den gasförmigen Zustand übergehen. Eine Erklärung könnte sein, dass dieses Wasser, als es noch im Untergrund gespeichert war, Salze aus dem Marsgestein gelöst hat, die den Gefrier- und Siedepunkt massiv abgesenkt hätten. So ganz sicher ist sich die Forschergemeinde also noch nicht, doch gut darstellbar ist inzwischen, dass Wasser im Untergrund noch im Aggregatszustand ‚flüssig' vorhanden ist und durch vulkanische Restwärme in hydrothermaler Zirkulation mineralsalzgesättigt spontan und kurzzeitig an der Oberfläche erscheinen könnte.

Dort freilich ist das Schicksal der H_2O-Moleküle besiegelt: Es verdampft und steigt in die Atmosphäre auf und ist dort dem Beschuss der kosmischen Strahlung, des Sonnenwindes und der UV-Strahlung ausgesetzt. Die Bindungen zwischen den Atomen werden zerstört und der leichtflüchtige Wasserstoff und auch der meiste Sauerstoff verabschieden sich ins All. Aber mindestens genauso aufregend war eine Beobachtung des Radarexperiments von Mars Express unterhalb der Eiskappe des Südpols, die auf einen subglazialen See hindeutet, ähnlich dem Wostoksee unter dem Eis der Antarktis. Wiederum mit Salzen als Gefrierpunktbremse wäre Wasser unter dem permanenten Eis dort eine realistische Option.

Der etwas andere Klimawandel

Stichwort Magnetfeld: Eine der bedeutendsten Entdeckungen des 90er-Jahre-Orbiters Mars Global Surveyor waren Muster eines remanenten Magnetismus in großen Teilen der Marskruste. Es zeigte eine alternierende Polarisierung, die an das Muster des Erdmagnetfeldes erinnerte, das magnetisierte Minerale in den erstarrten vulkanischen Ozeanböden der Erde erzeugen. Offensichtlich hatte der Mars in seiner Frühzeit ein, wahrscheinlich nicht sonderlich starkes Magnetfeld, das seine Atmosphäre auch besser vor äußeren Strahleneinflüssen schützte. Das könnte bedeuten, dass zu jener Zeit, bis vor etwa 3,8 Milliarden Jahren, die klimatischen Bedingungen für potenzielle Lebensformen deutlich besser waren als danach, und biologisches Leben – wenn überhaupt, dann nur in sehr primitiver Form – damals Chancen zum Überleben hatte.

Vieles deutet darauf hin, dass an der genannten Zeitschwelle ein Klimawandel auf dem Mars stattfand, den man nicht anders als dramatisch bezeichnen muss. Die Talsysteme, die älter als etwa 3,6 bis 3,8 Milliarden Jahre sind, zeigen meist ein sehr komplexes und verzweigtes, ein ‚dendritisches' Muster, das auf der Erde allgegenwärtig ist und Ausdruck des Wasserkreislaufs aus Regen, Oberflächenabfluss, stehenden Gewässern, Verdunstung, Wolkenbildung und erneutem Abregnen ist. Hingegen haben die jüngeren Täler auf dem Mars einen viel geradlinigeren Verlauf. Sie sind meist auch viel breiter. Die Marsforscher sagen dazu nicht mehr Täler, sondern bezeichnen sie als Ausflusskanäle. Sie konnten nur durch das kurzzeitige, aber dafür um so heftigere Austreten von gigantischen Wassermassen entstehen.

Erklärt wird diese Form des Wasserabflusses durch Eismassen im Untergrund, die womöglich durch eine Zunahme der vulkanischen Aktivität in der Region tauten und dann zutage traten, um in katastrophalen Fluten der Topographie folgend aus dem südlichen Marshochland in die nördlichen Tiefebenen abzufließen. Auf der Erde kennt man solche katastrophalen Sturzfluten im Vorland von Gletschergebieten, beispielsweise in Island, woher auch der Begriff »Jökulhlaup« für dieses Phänomen stammt. Die Erosionsmuster und -profile (hier lieferte die 3D-Kamera des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine hervorragende Datengrundlage) zeigen auch, dass dies kein lange anhaltender Prozess gewesen sein konnte, sondern eher sporadisch, episodisch stattgefunden haben muss. In den letzten zwei Milliarden Jahren floss immer weniger Wasser auf dem Mars, seit geraumer Zeit wohl gar keines mehr. Das Bild, das wir heute vom Mars haben, ist das eines kalten und trockenen Wüstenplaneten.

In Anbetracht der vielen für Geowissenschaftler (und für jeden Betrachter visuell leicht nachvollziehbaren) interessanten geomorphologischen Strukturen wie Vulkane, tektonische Brüche – man denke nur an den über 3.500 Kilometer langen Grabenbruch der Valles Marineris – Täler und Ausflusskanäle führte die aktuelle Marsatmosphäre ein wenig ein Mauerblümchendasein. Das änderte sich schlagartig, als das Fourier-Spektrometer auf Mars Express 2004 Daten aufzeichnete, die zeigten, dass es lokale Konzentrationen von Methangas gibt. Methan, CH_4 oder auch Grubengas, ist ein kurzlebiges Molekül. Das bedeutet, dass die Existenz des Gases eine Quelle voraussetzt, die diese Konzentrationen erzeugen kann. Methan ist auf der

Erde ein häufiges Produkt organischer Reaktionen, das auf den Stoffwechsel von Organismen zurückgeht. Es ist aber auch ein Gas, das ‚anorganisch' auftritt, vor allem in Verbindung mit Vulkanismus. Beide Ausgangspunkte sind für die Marsforschung natürlich hochbrisant. Letzterer, weil die Messungen bedeuten könnten, dass die Vulkanprovinzen durch Restwärme noch einen Hauch von Aktivität im Untergrund am Köcheln halten, Ersterer, dass – vielleicht gerade im Umfeld von ‚restwarmen' Vulkangebieten – Organismen in einiger Tiefe vorhanden sind, in warmem Wasser Stoffwechsel betreiben und die gasförmigen Stoffwechselprodukte sich ihren Weg an die Oberfläche und in die Atmosphäre bahnen.

Was verrät uns die Atmosphäre?

Nicht zuletzt wegen dieser Beobachtung wurden zwei Orbiter – die NASA-Sonde MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution Mission) und der Trace Gas Orbiter (TGO) aus dem ExoMars Programm der ESA zum Mars geschickt. MAVEN beschäftigt sich auch intensiv mit der Erosion der Marsatmosphäre durch den Sonnenwind-Beschuss und andere Strahlungseinflüsse, woraus sich Rückschlüsse über die Entwicklung der heute so dünnen Gashülle des Planeten ziehen lassen; seine viel geringere Schwerkraft kann die flüchtigen Gasmoleküle nicht dauerhaft an sich binden, zumal in Ermanglung eines Magnetfeldes. MAVEN zeigte, dass auch heute noch eine enorme Dynamik an und in der Grenzschicht zwischen Planet und All vorhanden ist und konnte über Isotopenmessungen zweifelsfrei bestätigen, dass der durch geomorphologische Beobachtungen vermutete heftige Klimawandel vor dreieinhalb bis vier Milliarden Jahren stattgefunden hat. Um Proben in der Atmosphäre nehmen zu können, flog die NASA mit MAVEN einen stark elliptischen Orbit, der die Sonde bis auf 125 Kilometer an den Mars heranführte, so dass bei diesem »Deep Dip-Manöver« Moleküle der Hochatmosphäre von den Instrumenten aufgesammelt werden konnten. Der ESA-TGO, der erst seit April 2018 am Ende eines mehr als einjährigen Einbremsmanövers – elliptische Umlaufbahn mit Passage durch die Hochatmosphäre zum Erreichen eines zirkularen Orbits – seine Experimente startete, konnte allerdings die von seinem älteren europäischen ‚Bruder' Mars Express gemessenen punktuellen Methankonzentrationen nicht (mehr) bestätigen.

Wie steht es also um die Marsforschung am Ende zweier sehr ereignisreicher Jahrzehnte? Die Wissenschaftler haben ein sehr anschauliches Bild der geologischen Entwicklung des frühen Planeten, aber auch der Veränderungen in Klima und Atmosphäre. Galt früher noch das Quasi-Dogma von »warm and wet«, warm und feucht, ungefähr für die erste Milliarde Jahre, und danach »cold and dry«, trocken und kalt, steht der erste Teil dieser griffigen Parole zur Debatte. Vielleicht war der Mars nie wirklich ‚warm', zumal die Sonne in ihrer Frühzeit auch nicht die Fusionskraft hatte wie heute, also weniger Energie abstrahlte. Auf Konferenzen und in Fachartikeln wird deshalb auch die Kombination »cold and wet« ins Spiel gebracht. Dass es danach kalt und trocken war, das ist unbestritten. Wichtig sind hier auch die Ergebnisse der mineralogischen und geochemischen Untersuchungen aus dem Orbit. Zur Nutzlast moderner Missionen gehören heute immer auch Spektrographen, die das von der Oberfläche abgestrahlte elektromagnetische Spektrum in anderen Wellenlängen als dem sichtbaren Licht analysieren, beispielsweise im nahen Infrarot, das besonders diagnostisch für gesteinsbildende Minerale ist. Diese Analyse zeigt zum einen, dass Wassermoleküle bzw. sog. Hydroxylionen (OH^-) in den Kristallgittern einiger gesteinsbildender Minerale Eingang gefunden haben, diese Steine sich also in wässrigem Milieu gebildet haben müssen, aber auch hier die beschriebene Zeitenwende nachvollzogen werden kann. Waren es bei über 3,6 Milliarden Jahren vor allem Tonminerale, in die die Hydroxyle eingebaut wurden, waren es später Mineralsalze wie Gips (Kalziumsulfat) oder Kieserit (Magnesiumsulfat). Tonminerale bilden sich auf der Erde bei der Verwitterung von basaltischem Vulkangestein im neutralen Wasser, die Salze in deutlich saurerer, lebensfeindlicherer Umgebung.

Ist damit das Thema ‚Leben auf dem Mars' für alle Zeiten schon erledigt? Keineswegs. Zwar fanden sämtliche Orbitermissionen keinerlei Hinweise auf Sedimente – beispielsweise Karbonate, die durch das Absterben und Absinken von Lebewesen mit Kalkskeletten in stehenden Gewässern hindeuten. Makroskopisch ist mehr auch nicht drin aus Umlaufbahnen, die typischerweise 200 bis 400 Kilometer hoch sind. Fossile Spuren von Lebewesen oder gar lebende Organismen zu identifizieren ist mit keiner Raumsonde möglich, allenfalls ließe sich der gasförmige »Fingerabdruck« in der Marsatmosphäre nachweisen, und das war bislang: negativ. Orbiter sind, das haben all die beschriebenen Missionen gezeigt, phantastische Werkzeuge, ein Bild vom großen Ganzen zu erzeugen, die globale Entwicklung zu skizzieren und Hinweise zu liefern, wo es sich lohnt, genauer hinzuschauen. Das können und müssen Missionen, die auf dem Mars landen. Von diesen und ihren Ergebnissen wird im zweiten Teil dieses Beitrags berichtet.

Ulrich Köhler *ist Planetengeologe am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof. Mit dem Mars ist er seit bald 20 Jahren als Mitglied des DLR Mars Express-Wissenschaftsteams (HRSC-Kamera) befasst, für das er auch die Öffentlichkeitsarbeit koordiniert.*

Letzte Meldung:

Und neulich im Gartencenter: Frage an das Personal: „Wo geht's denn hier zum Mars?" Antwort: ☹ (eingesandt von Bernd Ruttmann)

Drittes New Space Breakfast des BDI bei DB digital

(RC) Raumfahrtanwendungen sind für die deutsche Industrie von zentraler Bedeutung. Sie sind der Schlüssel und Voraussetzung für Zukunftstechnologien wie autonomes Fahren, Digitalisierung und Industrie 4.0. Mit Blick auf die Anforderungen zur Vernetzung in einer modernen Industrie- und Informationsgesellschaft wird ihre Bedeutung weiter steigen.

Vor diesem Hintergrund fand am 20. Februar 2019 bereits zum dritten Mal das „New Space Breakfast" des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI) statt. Ziel der Formatreihe ist es, den Austausch zwischen institutioneller Raumfahrt, Start-ups, Raumfahrtunternehmen und klassischen Industrieunternehmen zu intensivieren und neue, innovative Formen der Zusammenarbeit zu etablieren. Auf Einladung des BDI und der Deutsche Bahn AG | New Digital Business (TDB), mit Unterstützung von Interstellar Ventures, diskutierten knapp 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer u.a. mit dem Luft- und Raumfahrtkoordinator der Bundesregierung, Thomas Jarzombek. Im Mittelpunkt der Diskussion standen die Leitfragen: Welche Anwendungen können zum Erfolg der kommerziellen Raumfahrt beitragen? Wie können mehr Use Cases generiert werden? Wie kann die „klassische Industrie" stärker einbezogen werden?

Im Laufe der Diskussion mit Vertreterinnen und Vertretern aus allen Bereichen wurde deutlich, dass die deutsche Industrie bereits heute über die Expertise, Unternehmen und Innovationskraft verfügt, um eine Vorreiterrolle im Zukunftsmarkt Weltraum zu spielen. Spannende Impulsvorträge zeigten Anwendungsbeispiele, wo schon heute klassische Unternehmen Bereiche des New Space für Ihre Geschäfte nutzen. Häufig spielen Satellitendaten dabei eine zentrale Rolle. Sie werden beispielsweise für das sog. „Precision Farming" in der Landwirtschaft eingesetzt. Darüber hinaus gaben Impulsvorträge einen Ausblick darüber, was an Entwicklungen in Zukunft möglich sein könnte.

Im Laufe der Diskussion wurde jedoch auch klar, dass eine Eins zu Eins-Kopie des New Space „Made in USA" nur schwer auf Deutschland übertragbar ist. Zu wenig große Investoren mit Risikokapital sind dafür bisher im deutschen Markt aktiv. Benötigt werden deshalb maßgeschneiderte Lösungen „Made in Germany". Eine substanzielle Erhöhung des nationalen Raumfahrbudgets, mehr Ausschreibungen und eine bessere Verzahnung von institutioneller Raumfahrt, Start-ups, Raumfahrtunternehmen und klassischen Industrieunternehmen sollten in einem ersten Schritt realisiert werden. Dabei darf der Fokus nicht nur auf der schnellen Wirtschaftlichkeit eines Projektes liegen, sondern muss immer den langfristigen Erfolg im Blick haben. Kennzeichen von Raumfahrtanwendungen ist der lange zeitliche Horizont. Dies bedingt spezifische Modelle und Formen der Finanzierung. Wie genau Finanzierungen aussehen könnten, wird Schwerpunkt des vierten „New Space Breakfast" des BDI sein.

Leserzuschrift zum Interview mit Matthias Wachter – Heft 102

Es überrascht, aber es ist gut, dass der BDI die Raumfahrt auf dem Radar hat. Wer sonst ist in der privilegierten Position, Themen auf der obersten Ebene anzusprechen, wirksame Lobbyarbeit zu verrichten und durch die Verknüpfung von Nicht-Raumfahrt-Industrie mit raumfahrtrelevanten Aspekten eine ungeahnte Breitenwirkung zu erzielen?
Ob es denn nun gleich der Bergbau auf fernen Welten sein muss ist eine andere Frage. Start-ups, die Herr Wachter sich vorstellt, kommen vielleicht nicht gleich mit dem extraterrestrischen Bagger herangedüst. Wo er Recht hat ist, dass Raumfahrt immer öfter und zunehmend völlig neue Geschäftsfelder erschließt. Davon sind einige für die ganz großen Firmen weniger attraktiv. Weltraumbergbau heute auch noch nicht. CubeSats, Kleinserien von Nanosatelliten hingegen kommen oft aus den kleineren „Bastelbuden", ja sogar von Universitäten. Analysen belegen, dass 80 % der Wertschöpfungskette bei Satelliten aus Anwendungen kommen wird. Gleichzeitig haben Satellitenanwendungen eine geringere Barriere für den Einstieg ins Geschäft als etwa Raketen oder eben Bergbau auf dem Mond oder das berühmte, aber futuristische Asteroiden-Mining.
Im Zeitalter von IoT (Internet der Dinge), Big Data (Data Mining!) werden noch ganz andere Visionen möglich sein. Auch da wäre der BDI in einer guten Position Unterstützung zu geben – gewissermaßen Bedarf schaffen bei Kunden, die noch gar nicht wussten, dass sie Raumfahrt brauchen. Wenn ein Raumfahrtdienstleiter z.B. Satellitendaten vermarktet aber den 1.000 potenziellen Kunden die entsprechende Ausrüstung fehlt, könnten ja dann eben gleich noch die Empfangsterminals oder Bodensegmente oder Datenrechner von einem Drittanbieter mit ins Angebotspaket geschnürt werden. Noch interessanter wird es, wenn Schulen in ganz Deutschland, oder sogar Europa, Weltraumanwendungen nutzen könnten, weil sie bezahlbar und im Lehrplan notwendig geworden sind. Recht erfolgreich ist z.B. Innovative Solutions In Space-ISIS (Niederlande), die Mikrosatelliten bauen, Startservice vermitteln, die Daten vermarkten und Empfangs- und Datenverarbeitungsausrüstung liefern können. Start-ups in China verfolgen gleichfalls genau diese Strategie. SSTL - Surrey Satellite Technology Ltd in Großbritannien macht das auch.
Oder nehmen wir die vielgerühmte Präzisions-Landwirtschaft, bei der der Traktor mit GPS über den Acker pflügt, düngt und erntet. Es wird nur eine Frage der Zeit sein, dass der Bauer auf seinem Smartphone oder Tablett, kurze Zeit nach einem Unwetter schauen kann, welchen Schaden seine Feldfrüchte genommen haben. Oder besser noch, er kann schon durch eine Kombination von meteorologischen und Echtzeit-Fernerkundungsdaten vor dem Unwetter abschätzen, in welchem Maße seine Flächen betroffen sein werden, um eventuelle Schutzmaßnahmen einzuleiten.
In der gleichen Ausgabe von RC, nur ein paar Seiten weiter, gibt der Autor Eugen Reichl einen guten Überblick über das Potenzial von Raumfahrtanwendungen.
Die echte Revolution in der Raumfahrt wird dann stattfinden, wenn Anwendungen auf der Ebene von Individuen nutzbar werden und ein Massen-Unternehmertum ermöglichen. Warum soll es nicht realistisch sein, dass z.B. Lieferservice und Expressdienstleistungen dezentralisiert werden, und Einzel- oder Kleinstfirmen die notwendige Technik und Technologie haben, um als selbstständige Unternehmer, ohne Umwege über den Mindestlohn, hochmoderne und effiziente Servicedienstleister zu werden? Oder dass die Tante-Emma-Läden der 1970er als persönliche Kleinlieferanten – mit oder ohne Drohne oder autonome Fahrzeuge - eine Wiederauferstehung erfahren?
Kompensationsgeschäfte, von denen Herr Wachter spricht, sind keine schlechte Idee. Aber wer ist denn bei diesen Summen der Nutznießer? Start-ups?
Es ist auch offen, ob die Trendwende von den großen Industrieunternehmen ausgehen wird. Möglicherweise werden es eher die Kleinen, Flexiblen, Unbürokratischen sein, die den vielbeschworenen Paradigmenwechsel bewältigen können. Quantensprünge in der Technologie oder im Geschäftsmodell sind doch nur ein Aspekt, wichtiger wäre vielleicht ein Paradigmenwechsel in der Denkweise und der Einstellung, bei dem die Raumfahrt wieder im Mittelpunkt der Anstrengungen steht und weniger die Gewinnmaximierung.
Und noch eine Frage muss erlaubt sein: wo bleibt denn eigentlich der BDLI in der ganzen Diskussion?
Felix Kiewitz, Berlin

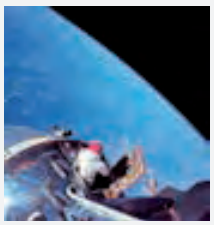
Seit vielen Jahren bin ich ein sehr interessierter Leser ihrer Zeitschrift und beobachte gespannt die in den letzten Jahren erfolgte wirtschaftspolitische Ausrichtung ihres Magazins.
Ich halte dies für ausgesprochen wertvoll, da in den Online-Medien nicht nur noch sehr wenig Qualität, sondern auch kaum noch selbst erarbeitete Beträge zu finden sind. Und wenn, meist schlecht recherchiert oder mit wenig Fachkompetenz erstellt.
Bezüglich der angesprochenen wirtschaftspolitischen Beiträge habe ich mir früher auch schon sehr oft Gedanken gemacht, warum die Raumfahrt in Europa und insbesondere in Deutschland auf wenig Interesse stößt.
In Deutschland gibt es für dieses Thema einfach keine Vision. Alles muss einen konkreten Nutzen, oder wie es so schön heißt Business Case haben. Ich glaube auch hierzulande könnte man wie in den USA Milliardäre oder Millionäre für dieses Thema begeistern, wenn denn jemand mit einer konkreten Version an diese Leute heranginge.
Old Germany hat aber noch weitere Nachteile: Es gibt kein Raumfahrtgesetz, das Visionären Rechtssicherheit geben würde. Und dann sind immer noch die Bestimmungen des Alliierten Kontrollrates in Kraft, die Deutschland bis 1955 die Herstellung von Raketen über 32 km Reichweite untersagten.
Der Ruf nach mehr staatlichen Geldern ist sicher berechtigt, aber so lange in der deutschen Regierung visionslose Politiker sitzen, wird man hier nicht weiterkommen.
Die andere Möglichkeit, die Nicht-Raumfahrtindustrie zu motivieren, in die Raumfahrt zu investieren, scheitert einerseits an den angesprochenen Rahmenbedingungen, aber auch an deren Mutlosigkeit, neue Dinge in die Hand zu nehmen.
Wolf Ludwigs, Heidelberg

Das NASA-Archiv: 60 Jahre im All, Piers Bizony, Roger Launius, Andrew Chaikin

2019, 468 Seiten,
358 x 71 x 398 mm,
350 Abbildungen
Taschen-Verlag
Preis 100,00 €
(gebundenes Buch),
ISBN 978-3836574402

„Mächtig gewaltig" würde Benni von der Olsenbande sagen. Und das trifft nicht nur für das Gewicht von mehr als 5 kg und den grünen Schein zu, den man für diesen Wälzer hinlegen muss. Nein, es ist wirklich ein gelungener Bildband anlässlich des epochalen Ereignisses der bemannten Mondlandung.
Und es ist gut, dass man ein wenig über den Teller-, sprich Mondrand hinausblickt und die gesamte Geschichte der NASA mit eindrucksvollen Bildern betrachtet.
Dass man den ausschließlich deutschverstehenden Leser nur mit einem Begleitheft berücksichtigt, ist bedauerlich, anderseits wohl verständlich, dass man ein so hochwertiges Produkt aus Kostengründen nicht noch in verschiedenen Sprachen auflegen kann.
An dieser Stelle seien die Übersetzungsarbeiten von Claudia Heiduk, Jacqueline Myrrhe, Maria Pflug-Hofmayr und Andrea Lettmann ausdrücklich gewürdigt. Andererseits hätte man heutzutage schon ein paar Technologien zur Verfügung gehabt, um den Inhalt auch in anderen Sprachen zu vermitteln, beispielsweise mittels eines Audiostiftes. Der Clou wäre natürlich gewesen, sich allerneuester „Virtueller Reality-Technik" zu bedienen, so dass man hautnah auch bewegte Bilder hätte liefern können.
Ich glaube, dafür hätte der Kunde auch noch weitere grüne Scheine gezückt.
Trotz des stolzen Preises, ein Werk das man haben muss, nicht um es auf den Bücherschrank zu legen, sondern um es zu präsentieren.

Lena Wuppti



Mondwärts – Der Wettlauf ins All, Eugen Reichl, Dietmar Röttler

2019, 224 Seiten,
265 x 230 mm,
ca. 360 Abbildungen
Motorbuch Verlag,
Stuttgart
Preis 29,90 €
(gebundenes Buch)
ISBN 978-3-613-
04196-7

Hatten wir es uns nicht schon immer gewünscht: Ein Buch, das den Weg des Menschen zum Mond wie auf einem Zeitstrahl schildert und dabei alle relevanten unbemannten und bemannten Raumflugprogramme gleichermaßen erfasst?! Der Wettbewerb der Supermächte sollte dabei ebenfalls anschaulich widergespiegelt werden. Letzteres war vor der zögerlichen Öffnung der sowjetischen Archive gar nicht möglich, da es an Fakten und Bildern mangelte und die wahren Ziele der bemannten UdSSR-Raumfahrt somit lange im Dunkeln lagen.
Die beiden Autoren haben diese mühselige Arbeit auf sich genommen und jahrelang das erforderliche Material gesammelt, bewertet und kommentiert. Es geht von der ersten Großrakete A4, über Sputnik, Luna, Ranger, Lunar Orbiter und Surveyor zu den bemannten Flügen mit Raumschiffen der ersten Generation, bis hin zu Sojus/Sond und Apollo, die sich ein spannendes Kopf-an-Kopf-Rennen zum Erdtrabanten lieferten. Die Trägerraketen der Kontrahenten waren dabei zuverlässiges Arbeitspferd oder Achillesverse in diesem Wettlauf. Auch deren Geschichte wird ausführlich beleuchtet.
Besonders hervorzuheben sind die Grafiken und Montagen von Dietmar Röttler, der seine detailgetreuen Abbildungen der Raumfluggeräte in jahrzehntelanger liebvoller Kleinarbeit herstellte und die den Lesern der RC zum Teil schon aus der Typenblattserie bekannt sein dürften. Für das vorliegende Buch wurden sie größtenteils neu gestaltet und in eine ausdrucksstarke Beziehung zu den Texten und Fotos gesetzt. Eine durchgehende grafische Gestaltung aus einheitlicher und berufener Feder findet sich so oft nicht. Was die Fotos zeigen, Röttler lässt uns auf der nächsten Seite per Schnittzeichnung hineinschauen. Viele der verwendeten Fotos haben wir sicherlich schon größer und schöner gesehen. Aber Eugen Reichls Konzeption will den großen Bildbänden, die in diesen Tagen vor dem Jubiläum ebenfalls erscheinen, keine Konkurrenz machen. Es geht ihm um die zusammenhängende und faktenreiche Darstellung der geraden und verschlungenen Wege zum Mond, die mit sehr viel Geld, Blut, Schweiß und Tränen bewältigt wurden oder auch einfach nicht zum Ziel führten (Opfer an Menschenleben eingeschlossen). Was Reichl und Röttler hier auf 224 Seiten an Text, Bild und Grafik unterbrachten, ist gut konzipiert, spannend beschrieben und inhaltsschwer, jedoch alles andere als unübersichtlich. Für knapp 30 € wird dem Leser sehr viel geboten.
Wer zu einzelnen Projekten noch mehr Informationen möchte, der sei auf ausgewählte Titel der Schriftenreihen „Raumfahrt-Bibliothek" und „Typenkompass" aus demselben Verlag verwiesen.

Benno Lewuwa

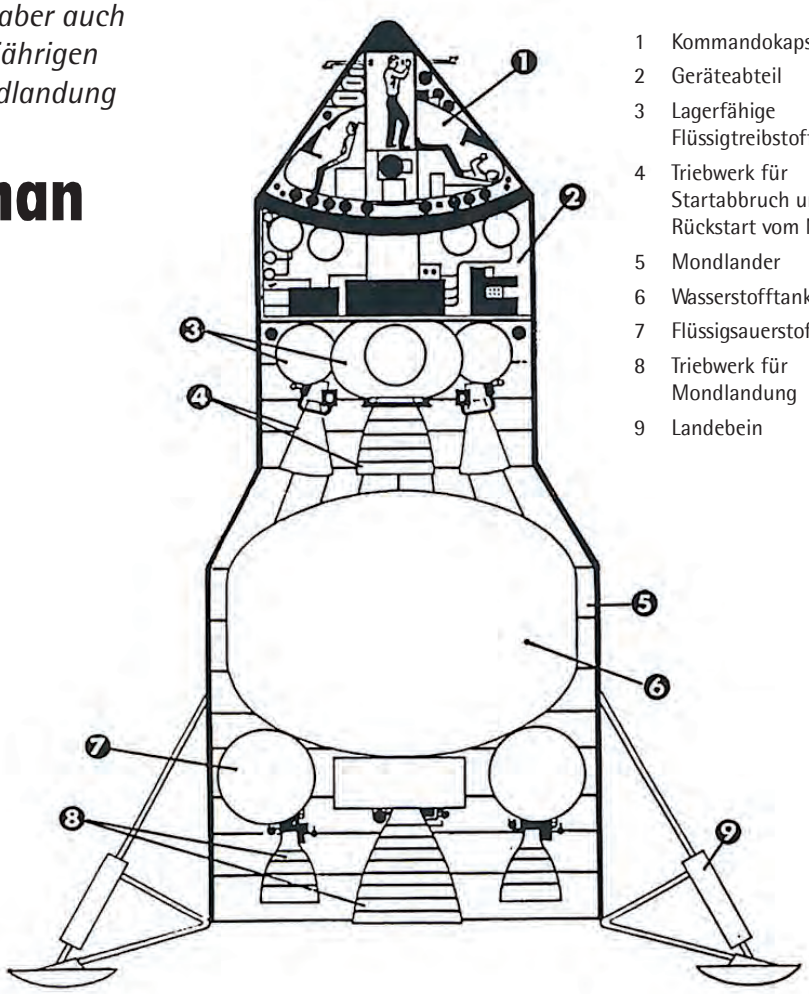
Mondweh (Folge 1)

Unsere kleine Serie mit einem Rück-, aber auch einem Ausblick widmet sich dem 50-jährigen Jubiläum der ersten bemannten Mondlandung

One-Way-Spaceman

Von Eugen Reichl

Fehlinterpretationen westlicher Experten führten 1962 zu der Annahme, dass die Sowjets den Amerikanern im bemannten Mondprogramm mehrere Jahre voraus waren. In ihrer Verzweiflung erdachten die Amerikaner Pläne, die eher Selbstmordkommandos ähnelten als solide konzipierten Projekten.



1 Kommandokapsel
2 Geräteabteil
3 Lagerfähige Flüssigtreibstoffe
4 Triebwerk für Startabbruch und Rückstart vom Mond
5 Mondlander
6 Wasserstofftank
7 Flüssigsauerstofftank
8 Triebwerk für Mondlandung
9 Landebein

Die „Direct-Ascent-Apollo". Dieses Mondlandekonzept wurde bis 1962 favorisiert. Dabei gab es keine eigene Landefähre, denn die Erdrückkehrkapsel landete mit auf dem Mond. Die Methode war zwar simpel, aber enorm energieaufwendig und wurde später zugunsten des „Mond-Rendezvous-Verfahrens" mit getrenntem Mondlander und Rückkehrkapsel aufgegeben.

Vor diesem Hintergrund entstand nun ein Plan, der zum ersten Mal beim Meeting des "Institute of Aerospace Sciences (IAS)" im Juli 1962 in Los Angeles vorgestellt wurde. Er basierte auf einem Konzept der Firma Bell und war unter der Leitung von John M. Cord von der Advanced Design Division des Unternehmens, sowie dem Psychologen Leonard M. Seale, der ebenfalls für Bell arbeitete, erdacht worden.

Die beiden hatten eine Möglichkeit ersonnen, trotz des schier uneinholbaren sowjetischen Vorsprungs dennoch als erste einen Menschen auf den Mond zu bringen. Ihr Konzept trug den Titel: „One-Way Manned Space Mission". Auf Deutsch in etwa "Bemannte Hinflug-Mission".

Cord und Seale argumentierten in ihrer Studie wie folgt: Eine ausschließliche Hinflugmission könnte nahezu sofort in die Tat gesetzt werden. In diesem Fall musste nicht die Entwicklung der superschweren Saturn C-5 (wie die Saturn V damals hieß) und der Nova-Rakete abgewartet werden. Beide Typen existierten damals nur auf den Zeichenbrettern. Ob sie jemals realisiert werden konnte, stand in den Sternen (tatsächlich wurde die Nova am Ende nie gebaut). Bei einer reinen „Hinflugmission" hatte man weder Treibstoff für den Rückstart zur Erde zu transportieren, noch Versorgungsgüter für die Rückreise, noch überhaupt ein System für die Erdlandung. Eigentlich brauchte man überhaupt kein Vehikel, mit dem die Astronauten zur Erde zurückkehren konnten. Der einzelne Astronaut würde lediglich mit seiner Mondlandefähre zum Erdtrabanten fliegen, dort landen und das war es. Die für die Hinflugmission passende Rakete befand sich zum Zeitpunkt, als Cord und Seale ihren Plan vorstellten, schon in der Flugerprobung: Die Saturn I. Auch für den Mondlander gab es bereits eine Vorlage in fortgeschrittenem Projektstadium, denn auch die unbemannten Surveyor-Landesonden befanden sich bereits in der Entwicklung. Natürlich wären Modifikationen und umfangreiche Vorbereitungen notwendig gewesen, aber Rakete und Mondlander, so überlegten Cord und Seale, könnten Anfang 1965 flugbereit sein.

Um eines gleich klarzustellen: Obwohl sie ihr Projekt „One-Way" nannten, hatten Cord und Seale keineswegs eine Selbstmordmission im Sinn. Sie gingen davon aus, dass ihr einsamer Raumfahrer etwa zwei Jahre nach seiner Landung wieder abgeholt werden könnte. Zu einem Zeitpunkt, an dem die Entwicklung des „regulären" Apollo-Programms so weit fortgeschritten war, dass man auch hier mit den Mondflügen beginnen konnte. Die „Hinflugmission" sollte das Apollo-Programm also keineswegs ersetzen.

Die Methode, die zur Zeit von Cords und Seales Vorschlag als die Wahrscheinlichste für das Apollo-Mondlandeprogramm betrachtet wurde, war die des sogenannten „Direktstart-Verfahrens". Und darauf stimmten sie ihre Überlegungen insbesondere hinsichtlich der

„Abholung" des einsamen Raumfahrers nach zwei Jahren ab. Beim „Direktstart"-Verfahren wäre die gesamte Drei-Mann-Apollo auf dem Mond gelandet ohne vorher in eine Mondumlaufbahn einzuschwenken. Und sie wäre danach auch wieder direkt von der Mondoberfläche zur Erde zurück gestartet.
Die beiden anderen zu diesem Zeitpunkt diskutierten Szenarien für die Mondlandung waren das „Erdorbit-Rendezvous" und das „Mondorbit-Rendezvous". Bei der ersteren wurden die Komponenten für die Mondlandemission mit mehreren Raketen in den Erdorbit gebracht und dort zusammengesetzt. Die zweite, die eine eigene Mondlandefähre und ein Kopplungsmanöver in der Mondumlaufbahn erforderte, war die Variante für die man sich am Ende tatsächlich entschied. Diese Möglichkeit wurde Mitte 1962 aber als die bei weitem Unwahrscheinlichste betrachtet, denn sie war die Wagemutigste der drei.

Gefährliche Mission

Obwohl es also keine Selbstmordmission war, bezeichneten selbst die beiden Projektleiter die Mission als extrem gefährlich. Dies beruhte nach Einschätzung der beiden Schöpfer des Plans jedoch weniger auf der Tatsache, dass ein einzelner Astronaut erstens auf dem Mond landen, und zweitens dort auch noch volle zwei Jahre alleine überleben musste, sondern entsprang mehr dem Umstand, dass sich der mutige Solo-Pilot ja im Mondlander auf die Reise begeben musste. Eine Rückkehrkapsel war ja weder vorgesehen noch verfügbar. Es gab in den Plänen zwar eine beschränkte Rettungsmöglichkeit im Falle eines Fehlstarts, es gab aber keine Rettung, wenn auf dem Hinflug zum Mond irgendetwas Gravierendes schiefging.
Cord und Seale sahen ihre Mission als Endpunkt einer ganzen Serie zunehmend anspruchsvollerer Mondflüge vor. Als erstes, so planten sie, müssten unbemannte lunare Vorbeiflüge und Orbit-Missionen stattfinden, um das Strahlungsumfeld zu untersuchen, und das Terrain auf dem Mond für die nachfolgenden Landungen zu sondieren. Danach würden mittels automatischer Ranger-Missionen ausgewählte kleine Bereiche im Detail fotografiert. Bei den Rangers handelte es sich um Aufschlagsonden, die bei der Annäherung an die Oberfläche, kurz bevor sie zerschellten, detaillierte Bilder anfertigen und zur Erde senden sollten.
Danach kämen die Surveyor-Landesonden mit ihrer Fähigkeit weich auf der Oberfläche des Mondes niederzugehen. Sie sollten Bilder von Bodendetails zur Erde senden, und die Tragkraft der Oberfläche testen. Sie sollten herausfinden, ob der wagemutige Astronaut dort sicher sein würde, oder ob er im Staub versinken würde. Das Projekt Surveyor war 1962 ebenfalls schon in Planung.
Als nächstes wären automatische Rover gefolgt, um das Gebiet, in dem der One-Way-Spaceman niedergehen sollte, im Detail zu erkunden. Einer dieser Rover sollte ein Funkfeuer platzieren, um die Landefähre des Astronauten und die ihm später nachfolgenden Fracht-Fähren sicher zum richtigen Landeplatz zu geleiten.
Nach der Erkundung durch die Rover hätte die große Stunde des One-Way-Spaceman geschlagen. Nun wäre es an ihm gewesen, auf dem Mond zu landen und sich dort einzurichten. Danach hätte der lange Kampf ums Überleben begonnen. Schließlich, so rechneten es sich Cord und Seale aus, etwa zwei Jahre nach der Landung, hätten die Mondflüge des Apollo-Programms eingesetzt. Die wären aus der damaligen Sicht, wie oben erwähnt, "Moon-Direct-Missionen" gewesen. Also Flüge, bei denen das gesamte Apollo-Raumschiff auf dem Mond niedergehen sollte. Die erste Apollo hätte dann die Basis des One-Way-Spaceman zum Ziel gehabt. Sie sollte statt mit der normalen dreiköpfigen Besatzung nur mit zwei Astronauten zum Mond fliegen. Der dritte Sitz war für den einsamen Pionier bestimmt, der nun endlich wieder nach Hause durfte.

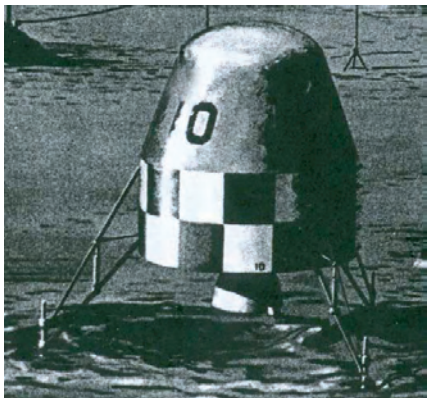
Der Flug des One-Way-Spaceman

Wie wäre all das geplant und Schritt für Schritt durchgeführt worden? Bereits während der ersten Landungen der Erkundungssonden würden die Ingenieure gleichzeitig mit der Entwicklung und dem Bau der Ausrüstung beginnen. Zusätzlich zum Träger, der den Astronauten zum Mond bringen sollte (den man auf Basis der Saturn I zu entwickeln gedachte) hätte man auch sofort mit der Konstruktion einer Klein-Mondfähre begonnen, die Cord und Seale als „Minimum-Besatzungskapsel" bezeichneten. Auf der Basis dieses Landers wurde außerdem eine Frachtkapsel geplant. Die Bremsstufe mit ausfahrbaren Landebeinen wäre standardisiert und für beide Kapseltypen gleichermaßen geeignet gewesen.
Dann hätte die Versuchsphase begonnen. Die hätte zunächst Erdorbit-Tests der Crew-Kapsel umfasst, mit Primaten an Bord, ähnlich wie schon vor den ersten bemannten Einsätzen der Mercury-Redstone und der Mercury-Atlas. Ein unbemannter Lander, ausgerüstet mit Testinstrumentierung und Sensoren, hätte danach auf dem Mond niedergehen sollen, um die Umgebungsbedingungen zu analysieren. Zuvor hätte schon ein Rover, der noch Bestandteil des Vorbereitungsprogramms gewesen wäre, die Umgebung vor Ort erkundet, die beste Stelle für die bemannte Landung ermittelt und ein Funkfeuer abgesetzt. Dann sollten vier Frachtraumschiffe der Markierung des Rovers folgen. Diese Frachtlander würden noch einmal das für die bemannte Landung vorgesehene Abstiegssystem testen und

Die Rakete für das Projekt „One-Way-Spaceman", die Saturn 1 Block 2, wäre rechtzeitig zur Verfügung gestanden. Ihr Erstflug erfolgte im Januar 1964.

vor allem das Material auf den Mond bringen, mit dem der One-Way-Spaceman seine Basis bauen müsste. Schließlich wäre es für den Astronauten Zeit geworden, zu seiner ebenso einsamen wie gefährlichen Mission aufzubrechen.
Cord und Seales Crew-Kapsel hätte einen Basisdurchmesser von drei Metern gehabt und wäre gut zwei Meter hoch gewesen. Das hätte etwa neun Kubikmeter nutzbares Volumen ergeben. Leer hätte die Kapsel etwa 800 Kilogramm gewogen, voll beladen wären es etwa 1.050 Kilogramm gewesen. Das war

weniger als das Gewicht einer Mercury-Kapsel. Diese erstaunlich geringe Masse ist darauf zurückzuführen, dass sie ja nicht für eine Erdlandung ausgelegt war. Sie hätte keinen integrierten Hitzeschild für die Rückkehr zur Erde gehabt. Ganz zu Anfang, jedoch nur für die Startphase, hätte es aber immerhin über einen Rettungsturm,



Die Crewkapsel des One-Way-Spaceman, Foto: Bell Aerosystems/NASA.

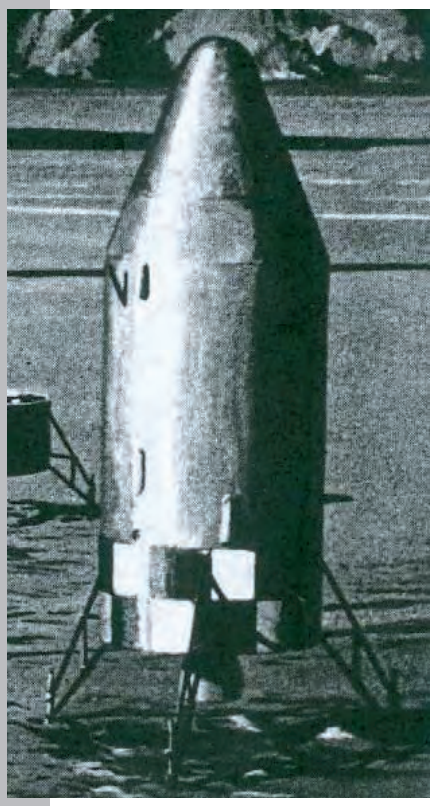
einen abwerfbaren Hitzeschild und ein Fallschirmsystem verfügt. All das wäre aber bereits vor der Boost-Phase zum Mond abgesprengt worden.
Zusätzlich hatte der mit 90 Kilogramm Gewicht veranschlagte Astronaut noch 40 Kilogramm Nahrung und Wasser dabei gehabt, Sauerstoff für einen Monat, einen Raumanzug mit einem wiederauffüllbaren Lebenserhaltungssystem, dessen Gewicht man mit 45 Kilogramm ansetzte (tatsächlich wog der Apollo-Raumanzug am Ende das Doppelte) und etwa 15 Kilogramm an Werkzeugen, Medikamenten und Kleidung.
Die dünnwandige Kapsel hätte nicht ausreichend Schutz gegen die harte Partikelstrahlung koronarer Massenausbrüche geboten. Weder auf der knapp dreitägigen Hinreise zum Mond, noch in der Zeit, in der sich der Astronaut auf dem Mond einrichten und seine Basis aufbauen musste. Jeder sinnvolle Strahlenschutz hätte aber derart viel Zusatzmasse gekostet, dass sie den ganzen Plan zunichte gemacht hätte. Diesem Einwand begegneten Cord und Seale mit dem Argument, dass die Mission in einer Periode der ruhigen Sonne (im elfjährigen Sonnenzyklus) stattfinden würde. Die nächste Periode erhöhter Sonnenaktivität wurde erst wieder ab 1967 erwartet. Und da, so hoffte man, sollte der einsame Astronaut schon wieder zur Erde zurückgeholt worden sein.

Mit der Landung hätte für den One-Way-Spaceman das Rennen gegen die Uhr begonnen. Zusätzlich zur ständigen Bedrohung durch einen koronaren Massenausbruch und dem damit verbundenen Strahlensturm würden seine Brennstoffzellen nur für gut neun Tage nach der Landung Strom erzeugen. Er würde nun seine Kapsel durch eine von zwei vorhandenen Luken verlassen. Die Kapsel verfügte über keine Luftschleuse, denn auch das hätte zu viel Gewicht gekostet. Der Astronaut hätte jeweils die gesamte Kabinenatmosphäre ausblasen müssen. Die Atmosphäre in der Kapsel sollte aus reinem Sauerstoff bestehen, mit einem Druck von 0,35 Bar.

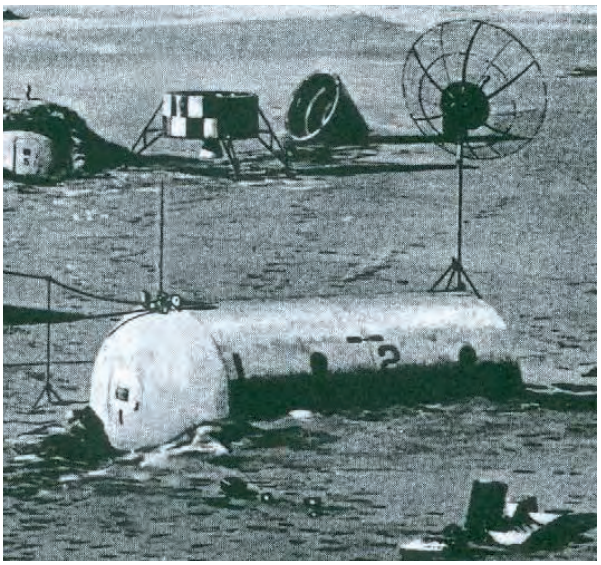
Die Umgebung, in der sich der One-Way-Spaceman befunden hätte, wäre extrem gefährlich gewesen, so befanden Cord und Seale. In der Retrospektive wissen wir aber heute, dass die beiden die Bedingungen auf dem Mond weitaus schwieriger einschätzten, als die Apollo-Astronauten sie dann vorfanden. Tatsächlich muten manche ihrer Annahmen heute, mit unserem besseren Wissen, absurd an.
So gingen sie davon aus, dass der One-Way-Spaceman nur wenige ebene Plätze finden würde. Sie rechneten mit einer völlig zerklüfteten Oberfläche und rasiermesserscharfen Steinen. Sie betrachteten besonders die ersten Tage des Aufenthaltes als extrem gefährlich. Der einsame Astronaut hätte sich dann noch nicht an die niedrige Gravitation gewöhnt, das extrem helle Sonnenlicht würde ihn ständig blenden und die langen Schatten zu Beginn seiner Mission (denn er musste zwangsläufig am frühen Mondmorgen landen) würden ihm die Sicht nehmen.
Der durch Mikro-Meteoriten erzeugte molekülfeine Staub, so fabulierten Cord und Seal weiter, würde die Oberfläche 30 Zentimeter hoch bedecken. Diesen Staub würde der Astronaut bei jedem Schritt aufrühren. Dabei würden weitere Staubkörner hochgeschleudert, die ihrerseits neue Staubkörner bewegten. Die Folge wäre, so glaubten sie, dass sich der Astronaut ständig in einem kleinen Staubsturm bewegen würde. Unabdingbar (und hier lagen sie

Der One-Way Spaceman würde, so glaubten Seal und Cord, einen gepanzerten Raumanzug benötigen. Hier ein früher Entwurf, der mehr einer Ritterrüstung ähnelt.

richtig) würde der Astronaut diesen Staub auch in seine Unterkunft mitbringen. Dies würde das Filtersystem stark beanspruchen und könnte vor allem elektronische Komponenten des Raumfahrzeugs schädigen.
Auch die Gefahr von Mikrometeoriten überschätzen Cord und Seale maßlos. Sie nahmen an, dass der Raumanzug des Astronauten, bestünde er aus Nylon, während eines vierstündigen Außenbordmanövers von etwa fünf Mikrometeoriten durchschlagen werden würde, die mit einer Geschwindigkeit von 40 Kilometern pro Sekunde unterwegs wären. Würde man den Anzug aber noch zusätzlich mit einer weiteren Schutzschicht versehen, könnte man ihn zwar druckdicht halten, der Körper des Astronauten wäre aber weiterhin dem Beschuss ausgesetzt.
Das war nun selbst in den hoch risikofreudigen sechziger Jahren keine Option. Somit blieb nach Ansicht der beiden Projektleiter keine andere Lösung, als den Anzug zu panzern. Für den Fall, dass man eine ein Millimeter dicke Aluminiumschicht auftrug, könnte man die Anzahl der Durchschläge auf 0,007 pro vierstündiger Außenbordaktivität senken, errechneten Cord und Seale. Allerdings würde der Panzer die Bewegungsfähigkeit des Astronauten stark behindern. Die beiden empfahlen daher, dass der One-Way-Spaceman mit einem halbstarren Panzer ausgerüstet sein sollte, ähnlich wie ein mittelalterlicher Ritter. An den Gelenken sollte nur Nylon verwendet werden, um die Beweglichkeit des Astronauten zu garantieren. Mit dieser Kompromisslösung läge die Anzahl für einen Durchschuss pro Außenaufenthalt bei 0,002. Dies, so befanden Cord und Seal, sei sicher genug.
Während seiner ersten neun (Erden-) Tage auf dem Mond wäre es für den One-Way-Spaceman nur ums nackte

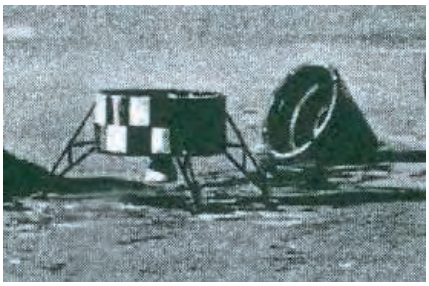


Das Frachtraumschiff der Bell-Studie.



Der Schutzraum des One-Way-Spaceman besteht aus zwei zusammengefügten Hüllen von Frachtraketen.

Überleben gegangen. Zunächst hätte er seine vier Frachtkapseln entladen müssen, deren jede etwa neun Kubikmeter Material im Gewicht von je etwa 400 Kilogramm enthalten hätte. Die Landekapseln selbst hätten insgesamt eine Masse von gut einer Tonne gehabt. Zwei dieser Kapseln wären mit einem Fußboden ausgestattet gewesen, einem vorinstallierten Lebenserhaltungssystem und dem Material, das er brauchte, um seinen Aufenthalt auf dem Mond beginnen zu können. Er hätte sie zunächst so ausrichten müssen, dass der Boden parallel zur Mondoberfläche gelegen wäre. Danach hätte er die konischen Nasenverkleidungen entfernen müssen (irritierenderweise ging man davon aus, dass die aerodynamischen Verkleidungen bis auf die Mondoberfläche mitgeführt würden).

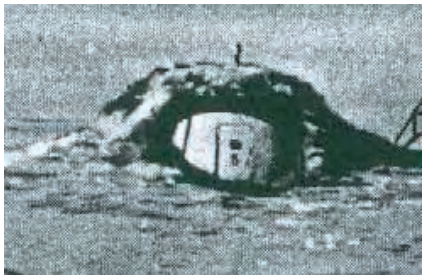


Das Mittelsegment des Frachtraumschiffs wird als Schutzraum verwendet. Für die konische Abdeckung und das Landeelement fanden Seal und Cord dagegen keine Verwendung.

Dann hätte er die beiden Zylinder mit einer Winsch zusammenbringen, miteinander verschrauben und druckdicht machen müssen. Am Ende hätte er dann einen Wohnraum von etwa 7,5 Metern Länge zu Verfügung gehabt.

Wäre diese Behausung jetzt ungeschützt geblieben, dann müsste er, so hatten Cord und Seale berechnet, pro Jahr mit 1,4 Einschlägen von Mikrometeoriten rechnen die in der Lage wären, die Hülle zu durchschlagen. Sie fanden heraus, dass es ein guter Schutz wäre, diesen „Unterstand" unter Abraum und Geröll zu vergraben (oder dieses Material darüber aufzuschütten). Dies würde die Wahrscheinlichkeit für einen Mikrometeoriten-Einschlag auf praktisch null reduzieren und die Strahlungsgefahr drastisch herabsetzen. Genug Material zu bewegen, um die siebeneinhalb Meter lange und drei Meter hohe Unterkunft mit der erforderlichen Menge an Material zu bedecken, läge aber außerhalb der Möglichkeiten des einzelnen Astronauten, meinten Cord und Seal. Immerhin sollte es möglich sein, die Behausung in der nächstgelegenen kleinen Bodensenke unterzubringen, was sie zumindest seitlich ein wenig abschirmen würde. Darüber hinaus, schlugen sie vor, sollte außen an der Hülle ein dünnes metallenes Mikrometeoritenschild installiert werden. Eine Vorrichtung, die wir heute als „Whipple-Shield" kennen. Eine solche Schutzvorrichtung muss einige Zentimeter von der Hülle der eigentlichen Behausung entfernt montiert werden. Trifft ein Mikro-Meteorit darauf, zerplatzt er in kleinste Teile, die auf der eigentlichen Hülle der Schutzunterkunft keinen Schaden mehr anrichten.

Für den Schutz vor der harten Partikelstrahlung eines solaren Flares empfahlen Cord und Seale einen kleinen "Strahlenbunker" einzurichten. Ein Schutzunterstand, der leicht in einen Hohlraum oder in einen Kraterwall eingegraben werden konnte. Sie nahmen an, dass etwa zwei Meter lunares Geröll ausreichen sollten, um den One-Way-Spaceman ausreichend vor Strahlungsausbrüchen der Sonne zur schützen. Sobald die Detektoren einen steilen Anstieg des Strahlungspegels registrierten, so der Plan, sollte der Astronaut zum Bunker laufen und darin das Abflauen des Sonnensturmes abwarten. Mit der Ausdehnung seiner Reichweite im Gelände sollte er an strategisch günstigen Stellen um seine Basis



Der „Strahlenbunker" des Astronauten.

herum weitere Schutzunterstände errichten, die er im Gefahrenfall schnell erreichen konnte.

Im Übrigen würde der One-Way-Spaceman seine eigene Strahlungsquelle von der Erde mitbringen: Einen kleinen Nuklearreaktor für die Stromerzeugung. Solarzellen können bekanntlich nur bei Tag Strom herstellen. An der Landestelle des One-Way-Spaceman wäre es aber (wie an den meisten Stellen auf dem Mond) 14 Erdentage lang Nacht. Ein Atomreaktor würde aber immer Strom liefern, Tag und Nacht. Und anders als Brennstoffzellen wäre er nicht auf Treibstoff angewiesen. Der Astronaut würde den Reaktor von einem der Frachtlander zu einem kleinen Krater in der Nähe bringen, Kabel zu seinen Unterstand verlegen, den Reaktor vergraben um seine Basis vor Strahlung zu schützen und ihn schließlich per Fernsteuerung aktivieren.

Cord und Seale schätzten, dass für die Versorgung des einsamen Astronauten

13 Frachtlander benötigt würden. Drei weitere sollten Teile für einen Mehrzweck-Rover liefern. Einer sollte den Nuklearreaktor bringen, ein weiterer eine Sende- und Empfangsstation, einschließlich einer großen schüsselförmigen Hochgewinnantenne. Noch einmal drei weitere Landesonden wären nötig, um Bedarfsgüter und Experimente für ein Forschungsprogramm auf den Mond zu entsenden. Zur Errichtung der Unterkunft des Astronauten bräuchte man zwei Lander. Alles in allem benötigte der One-Way-Spaceman nicht weniger als 23 Landesonden während des ersten Jahres seines Mondaufenthaltes. Zusätzlich würde der Mondfahrer gelegentlich und sehr kurzfristig „Notfallgüter" benötigen. Cord und Seale schlugen vor, dass für diesen Zweck ein kleinerer Träger permanent im "Standby-Modus" bereitgehalten werden musste. Dieser Träger sollte mit einem speziellen sogenannten "Rough-Lander" ausgerüstet werden, wobei sie nicht spezifizierten wie „rauh" die Landung denn tatsächlich sein könnte.

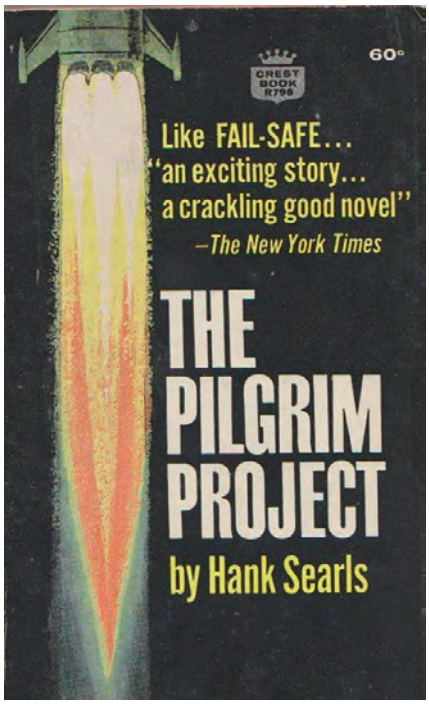
Doch nicht gewählt

Am 11. Juli 1962, nur wenige Wochen nachdem Cord und Seale ihr Projekt öffentlich vorgestellt hatten, gab die NASA bekannt, dass sie das Mondorbit-Rendezvous-Verfahren für das Projekt Apollo ausgewählt hatte. Diese Methode sah vor, dass ein einzelner Astronaut an Bord des Apollo-Mutterschiffes im Orbit verblieb, während zwei weitere Astronauten mit einer speziellen Landefähre, damals als „Bug" (Käfer) bezeichnet, auf dem Mond niedergehen sollten. Dieser „Bug" wurde wenig später in das „Lunar Excursion Module" (LEM) umbenannt und hieß noch später einfach nur „LM". Das Konzept von Cord und Seale basierte jedoch auf der „Mond-Direkt"-Methode, bei der das gesamte Apollo-Raumschiff auf dem Mond landen sollte. Cord und Seale waren allerdings der Meinung, dass ihr Plan auch mit dem Mondorbit-Rendezvous-Verfahren möglich wäre, ihn allerdings unnötig komplizieren würde.

Obwohl es der Vorschlag von Cord und Seale nie in die offiziellen Projektplanungen brachte, erregte er doch seinerzeit erhebliches Aufsehen. In der Öffentlichkeit erschien es zum ersten Mal am 25. Juni 1962 als Titelstory des Magazins „Missiles & Rockets". Die Schlagzeile lautete: „One-Man, One-Way Moon Trip Urged" (etwa: Ein-Mann, Ein-Weg-Mondtrip gefordert). Später distanzierten sich Cord und Seale etwas von dem Wort „urged", das ihnen dann doch einen zu drängenden Charakter hatte. Das Vorhaben war aber nun in der Welt und wurde weiter publiziert, zum Beispiel in der Zeitschrift „Aerospace Engineering" vom Dezember 1962. Bald danach, mit dem schnellen Fortschreiten der Programme Mercury, Gemini und Apollo endete die Diskussion um den One-way-Spaceman fürs Erste.

Die Faszination des Konzeptes blieb allerdings bestehen. Im Jahre 1964 publizierte der Autor Hank Searls einen Thriller mit dem Titel „Projekt Pilgrim" (The Pilgrim Project), das auf den Plänen von Cord and Seale basierte. Das spannende Buch blieb lange in den Beststellerlisten, erlebte mehrere Auflagen und wurde auch international publiziert. Im Jahre 1968 wurde die Story von Robert Altman verfilmt (Filmtitel: „Countdown").

Am Ende ihres Artikels in der Aerospace Engineering erklärten Cord und Seale, dass das Konzept des One-Way-Spaceman überall im Sonnensystem angewendet werden könnte. Tatsächlich wurde die Idee noch bis in die jüngste Vergangenheit mehrmals aufgegriffen. Unter anderem bei der sogenannten



„Mars VI-Konferenz" im Juli 1996, dem Mars One-Projekt des Niederländers Bas Lansdorp und neuerdings auch in den Mars-Kolonisierungsplänen von SpaceX-Gründer Elon Musk.

In diesen Szenarien ist für die Astronauten von vorneherein keine Rückkehr mehr vorgesehen. Ihre Pläne basieren auf dem Gedanken, nur solche Wissenschaftler und Freiwillige zu entsenden, die bereit sind, ihr ganzes restliches Leben vollständig ihrem Traum zu widmen und es dann auf dem Mars zu beenden.

Dieses Bild fasst das ganze „One-Way-Spaceman"-Szenario noch einmal zusammen.

Raumfahrt– Der Mensch im All, Bernhard Mackowiak, Anna Schughart

2018, 304 Seiten,
291 x 253 x 29 mm,
350 Abbildungen
Edition Fackelträger
im Vertrieb der Neumann
& Göbel Verlagsgesellschaft
mbH, Köln,
Preis 40,00 €
(gebundenes Buch),
ISBN 978-3-96342-004-7
gesehen bei Buchbär,
Osnabrück (ebay-Shop)

Jetzt wird es eng im Bücherregal, auf dem mittleren Brett in Augenhöhe. Dort stehen die großen dicken Bildbände, und zum Jubiläum des Apollo-Programms erschien wieder ein repräsentatives Exemplar, eins Komma neun Kilogramm schwer. „Raumfahrt – Der Mensch im All" ordnet sich in die Edition Fackelträger ein. Wir erinnern uns: Dieser Reihe des Verlages Göbel & Neumann verdanken wir bereits die Titel „Der Mond" (2009) und „Der Mars" (2013) in der gleichen hochwertigen Aufmachung.

Wie der Untertitel schon zum Ausdruck bringt, wird die Geschichte der bemannten Raumfahrt erzählt. Unbemannte Missionen und Raumflugkörper sind nur präsent, wenn sie in den Zusammenhang, zum Beispiel den Wettlauf zum Mond betreffend, gehören. Die Ur- und Frühgeschichte wird nur kurz behandelt. Dann ist man schnell bei Newton, Verne und Oberth. Breiteren Raum nimmt die Entwicklung der deutschen Großrakete A4 (V2) und deren Klone in den USA und in der Sowjetunion ein. Auf den weiteren knapp 250 Seiten verstehen es die beiden Autoren, den Bogen vom Sputnik-Schock, über die Apollo-Mondlandungen, zur internationalen Kooperation auf der ISS zu spannen. Dem schließt sich die Zukunft im All mit allen aktuell geplanten und diskutierten Projekten an: Mond, Mars, Asteroiden, Orion, Lunar Orbital Plattform Gateway, e.Deorbit, ..., und immer mit Bezügen zu dem, was bereits entwickelt bzw. in der Planung oder Vorbereitung ist.
Leider ist der Abschnitt „Die Sowjets und der Mond" sehr knapp gehalten. Abbildungen der N1 Mondrakete, der Mondvariante des Sojus-Raumschiffes (LOK) und des Lunij Korabl (LK) sowie der „abgespeckten" Sojus-Version Sond fehlen leider. Außerdem gibt es unzutreffende Beschreibungen zum Flug von Sojus 1. Darüber kann der informierte Leser jedoch hinwegsehen.
Bernhard Mackowiak und Anna Schughart haben ein solides Werk abgeliefert. Ihr Buch stellt Raumfahrtprojekte aus verschiedenen Zeitabschnitten in einen entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang. Dabei mussten sie mit „nur" 300 Druckseiten auskommen. Die reiche und sorgfältig ausgewählte Bebilderung sowie deren Qualität sind wesentlicher Bestandteil einer gelungenen Gestaltung. Zurück zum Bücheregal. Dieser Band macht sich wirklich gut zwischen den beiden anderen aus der Edition Fackelträger sowie neben denen, die in mehr als 50 Jahren in die Sammlung kamen und meist zu Raumfahrtjubiläen erschienen.

Bernd Ruttmann

Moonshots – Der Aufbruch zum Mond – die ultimative Fotochronik der NASA, Piers Bizony

2018, 240 Seiten,
305 x 305 x 24 mm,
200 Abbildungen
NG Buchverlag GmbH,
München
Preis 49,99 €
(gebundenes Buch)
ISBN 978-3-86690-685-3
gesehen bei bücher.de

„Moonshots" schildert in starken Bildern die Umsetzung des Raumfahrtprogramms, das Präsident John F. Kennedy unmittelbar nach dem „Gagarin-Schock" seiner Nation aufgetragen hatte. Die Aufgabe der NASA bestand darin, bis zum Ende der 1960er Jahre einen Menschen auf dem Mond landen zu lassen und seine sichere Rückkehr zur Erde zu garantieren. Dieser repräsentative Band zeigt alle bemannten Raumflüge der USA von Gemini 3 bis Apollo 17 und, als Zugabe, die Entwicklung von Skylab bis zur Internationalen Raumstation ISS. Die produktive Zusammenarbeit mit der Sowjetunion und Russland in der Vor-ISS-Epoche spiegeln die Kapitel über das Sojus-Apollo-Testprojekt und die gemeinsame Nutzung der Raumstation MIR während des Space Shuttle Programms wider.
„Moonshots ist die ultimative Fotochronik des NASA-Weltraumprogramms mit mehr als 200 Bildern aus dieser ereignisreichen Ära, aufgenommen mit den legendären Hasselblad-Kameras.", wirbt der Verlag auf dem Einbandtext. Diese Bewertung findet der Leser bestätigt, zumal die Fotos aus über fünf Jahrzehnten, dank digitaler Drucktechnik, eine gleichermaßen hohe Qualität aufweisen.
Wie kam die Hasselblad-Kamera eigentlich in die Raumfahrerausrüstung der NASA? Darüber weiß der Autor folgendes zu berichten. Walter „Wally" Schirra kaufte sich vor seinem ersten Raumflug mit Mercury „Sigma 7" solch einen Fotoapparat aus schwedischer Produktion und nahm ihn mit ins All. Er hatte nur wenig Zeit für die Anfertigung der Aufnahmen aus dem Fenster seiner Raumkapsel. Die Fotos der Hasselblad 500C überzeugten die NASA-Führung. Die Funktionalität bestätigte den Glücksgriff, ersparte ein Auswahlverfahren mit anderen Kameras und führte zur offiziellen Benutzung ab Apollo 8. Klar ist, dass Wally „seine" 500C vorher bei Gemini 6 und Apollo 7 immer wieder dabei hatte.
Nicht zu kurz kommen die oft vernachlässigten Missionen Apollo 7, 8, 9 und 10. Seinerzeit mussten sie in aktuellen Büchern regelmäßig der wenige Monate später folgenden ersten bemannten Mondlandung von Apollo 11 viel Platz abtreten.
Dieses beeindruckende Werk ist jedem Raumfahrt-Fan zu empfehlen, unabhängig vom Inhalt seines Bücherschranks. Bereits bekannte und oft erschienene Fotos finden sich hier in geordnetem Zusammenhang mit weitaus seltener veröffentlichten Aufnahmen sowie bisher weitgehend unbekannten. Der Preis von ganz knapp unter 50 Euro ist sicherlich eine Herausforderung für manchen Geldbeutel, aber diese Ausgabe wird sich lohnen.

Bernd Ruttmann

Großer Bahnhof für kleine Raumfahrteleven

Von Jacqueline Myrrhe

Lebhafte und produktive Diskussion in den kleinen Diskussionsrunden, wo insbesondere die jungen Konferenzteilnehmer kreative Ideen und Herangehensweisen vorbrachten. Foto: Raumfahrt Concret/J. Myrrhe

Die Vereinten Nationen sind die Arena für die richtig großen Sachen – die Dinge, die von globaler Relevanz sind, die ganze Welt bewegen. Genauso ist Raumfahrt mehr denn je ein internationales Unterfangen. All diese Erhabenheit hält die UN doch nicht davon ab, mit Raumfahrtneulingen ins Gespräch zu kommen.

Auf Initiative von UNOOSA, dem UN-Büro für Weltraumangelegenheiten, trafen sich vom 4. bis 6. Dezember 2018 am Wiener UN-Standort Experten für bemannte Raumfahrt und Explorationstechnologie. Die Tagung bot Gelegenheit zum Austausch von Erfahrungen, die Diskussion von neuen Partnerschaften als auch zukünftigen Möglichkeiten für bemannte Raumfahrtprojekte und Exploration im Rahmen der Programme der Vereinten Nationen. Die Veranstaltungsserie ist an die im Jahr 2010 ins Leben gerufene HSTI (Human Space Technology Initiative) geknüpft – eine der Hauptsäulen im UNOOSA-Portfolio, um in den Entwicklungsländern den Aufbau von Raumfahrtkapazitäten durch Kooperation mit den bestehenden, großen, erfolgreichen Raumfahrtnationen zu befördern. Das 2018er HSTI-Meeting wurde gemeinsam von Chinas Agentur für bemannte Raumfahrt (CMSA) und der Japanischen Raumfahrtorganisation (JAXA) gesponsert.

Neben dem Vortragsprogramm im Plenum gab es Diskussionsrunden im kleineren Rahmen, wo die Teilnehmer schwerpunktmäßig die bisherigen Erfahrungen mit der HSTI-Initiative diskutierten oder die Notwendigkeit für den Zugang zum Weltall erörterten: Wo speziell sind die Hürden für Entwicklungsländer? Wie können Kapazitäten effektiv aufgebaut werden, welche Rolle spielt die kommerzielle Raumfahrt dabei? Welche spezifischen Bedürfnisse gibt es? So haben die Teilnehmer z.B. ganz unverkrampft den Wunsch geäußert, dass der Betrieb der ISS nach 2024 von den 193 Mitgliedsländern der UN übernommen werden könnte. Trotz vielfältiger Schlussfolgerungen und Empfehlungen, herrschte überwältigende Zustimmung darin, dass Zugang zu Bildung und Training die Grundlage für den gesellschaftlichen und technologischen Fortschritt ist, besonders für Entwicklungsländer, die auf lange Sicht keine eigenen Trägerraketen oder Startplätze haben werden. Sehr prominent war auch der Wunsch nach einer stärkeren Rolle der UN bei der Koordinierung von Raumfahrtaktivitäten, weil klar erkannt wurde, dass die UN das umfassendste politische Forum der Welt ist.

Im Plenum trugen die Schwergewichte wie Airbus Defense and Space, DLR, ZARM, Massachusetts Institute of Technology und die Chinesische Akademie der Wissenschaften vor. Das Programm war aber vor allem von kleinen Organisationen oder Unternehmen, die fern vom Raumfahrt-Mainstream operieren, geprägt. Es war faszinierend zu sehen, wie viel kleine Nationen wie z.B. Mauritius, Myanmar, Kenia, Guatemala oder Costa Rica mit moderaten Programmen erreichen. Durch den Start von CubeSats innerhalb des UNOOSA KiboCube-Programms oder mit der Assistenz von gestandenen Raumfahrtakteuren werden sie zu Weltraumnationen und inspirieren eine neue Generation von Weltraumenthusiasten.

Einer der Redner war der italienische Ingenieur Dr. Giulio Manzoni *(siehe folgenden Beitrag)*. Er stellte einen utopisch anmutenden Entwurf vor: das Annähern, Aufbereiten und Umleiten eines Asteroiden in Erdnähe, um ihn abzubauen und als Rohstoff zu verwenden. Die Umsetzung dieser mutigen, geradezu abenteuerlichen Vision konnte sich im ganzen Saal wohl nur der Vortragende selbst vorstellen. Auf jeden Fall ist es aber ein Thema, wichtig und groß genug für die Vereinten Nationen und aufregend genug, um darüber ins Gespräch zu kommen. Giulio Manzoni hörte sich die Bedenken geduldig an – im Gegenteil, er wollte unbedingt alle Argumente hören, warum aus der Sicht von Unbeteiligten die Idee so fantastisch anmutet. Er hatte sein selbstgebautes Mikrotriebwerk als Anschauungsmittel dabei, erklärte, dass diese bereits auf Satellitenmissionen zum Einsatz gekommen sind. Ein starkes, nicht von der Hand zu weisendes Argument jedoch war, dass seine Asteroiden-Umleitungsmission nicht von Raumfahrtagenturen sondern von Privatunternehmen umgesetzt werden würde. Damit ist das Innovationspotenzial ungleich höher und der Kostenrahmen um Größenordnungen kleiner. Vielleicht liegt genau hierin der Schlüssel zum Erfolg: der vielbeschworene Paradigmenwechsel der Zukunft findet nicht nur in Neuerungen und Technologiesprüngen statt, sondern vor allem als Wechsel in der Attitude. Nicht die persönliche Karriere in der Hierarchie einer Behörde ist Triebkraft des Handelns sondern der Fortschritt in der Sache, der Raumfahrt. Viele Raumfahrtagenturen haben Visionen und sprechen darüber. Giulio Manzoni hat Visionen und arbeitet daran.

Soll es denn das Selbstverständnis der UN sein, im Namen der Menschheit zu sprechen, dann sind Projekte wie die von Ingenieur Manzoni genau dort am richtigen Ort. Der Schutz der Erde vor Asteroiden und das Erschließen von Rohstoffen außerhalb des Planeten müssen im Namen aller Menschen der Erde auf globaler Ebene angepackt werden. Außer den Vereinten Nationen haben wir keine andere politische Institution, die solchen Herausforderungen den Weg ebnen kann.

Wissenschaftsvisionen (Folge 8)

Die Dämmerung des Astrolithikum

Von Dr.-Ing. Giulio Manzoni

Die Verwendung von relativ kleinen Steinen, die unsere in Höhlen lebenden und das Feuer beherrschenden Vorfahren in der Natur fanden, machte die Herstellung von Jagdwerkzeugen und Gebrauchsgegenständen des täglichen Lebens möglich und definierte diesen Zeitabschnitt der Menschheitsgeschichte als „Paläolithikum" oder Altsteinzeit.

In gewisser Analogie dazu, wird die Nutzung von viel größeren „Steinen", die unsere direkten Nachfahren im Weltraum finden werden, ein neues Zeitalter definieren, das man das „Astrolithikum" oder „Sternensteinzeit" nennen sollte. In dieser Zukunft wird die Menschheit die Sonne als Energiequelle nutzen, um das „Feuer" *(In der Abwesenheit von Sauerstoff, gibt es keine Verbrennung. Wir sprechen von "Feuer" als kulturelle Analogie.)* zu entfachen, das Asteroiden gemäß unseren Vorstellungen gezielt verdampft, um sie somit durch den Raum zu dirigieren. Obendrein werden wir das Asteroidenmaterial aufbereiten, um daraus unsere raffiniertesten Werkzeuge zu bauen und Wohnstätten zu errichten, die äußerlich entfernt an die vorzeitlichen Höhlen erinnern, jedoch in ihrer modernsten Version und frei im Raum schwebend. Diese futuristischen Siedlungsräume werden, Schwerkraft und Trägheit ausbalancierend, für uns ganz praktisch in geostationären Positionen stationiert sein. Jedes Habitat wird mit jeglicher nur denkbaren Ausrüstung ausgestattet sein und langsam rotieren, um hunderten von Leuten ein komfortables Leben zu ermöglichen. Die Habitate schützen ihre Bewohner vor der gefährlichen Strahlung des Kosmos und werden von der Sonne nicht nur angenehm beleuchtet sondern auch mit Strom versorgt. Selbstverständlich wird es ein umfassendes und nachhaltiges Recycling aller lebensnotwendigen Ressourcen geben.

Die Sonne wird eine unerschöpfliche Energiequelle sein, ähnlich wie es die Winde der Weltmeere für die ersten Segler waren. Die durchdringende und allgegenwärtige Verfügbarkeit ihres Energieflusses wird es uns erlauben, Asteroiden von ihrem ursprünglichen Orbit zu jedem von uns gewünschten Platz driften zu lassen, sei es um sie in die Nähe der Erde zu bringen oder um diese zu vermeiden oder um regelmäßig zwischen Erde und Mars zu pendeln, so dass preiswerte Fährschiffe große interplanetare Migrationen erlauben können.

Unsere Nachfahren werden es erstaunlich finden, in ihren Geschichtsbüchern darüber zu lesen, wie dieses neue Zeitalter einst begann. Sie werden vielleicht das genaue Anfangsdatum mit einem bestimmten Ereignis verknüpfen, als Giulio, ein "NewSpace"-Ingenieur und Unternehmer, am 5. Dezember 2018 die Ideen der Astrilis Working Group (AWG, www.astrilis.org) auf einer Zusammenkunft von Experten für bemannte Raumfahrttechnologien am Sitz der Vereinten Nationen in Wien, Österreich, vortrug.

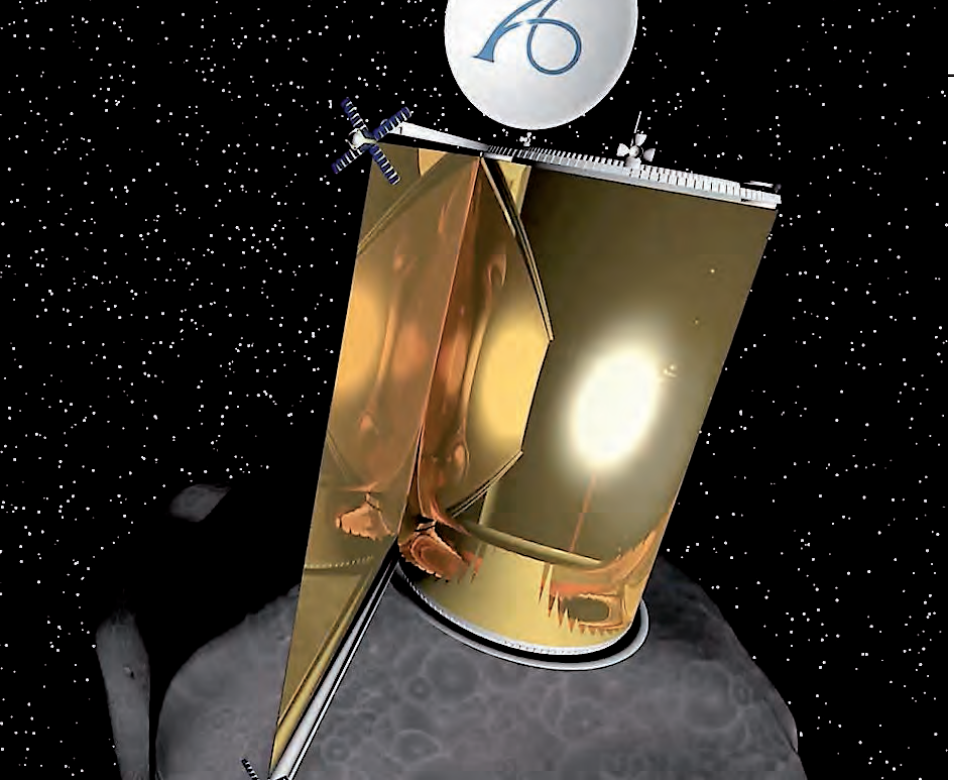
Sie mögen es vielleicht noch erstaunlicher finden, dass die verschiedenen Details des gesamten Programms für dieses neue Zeitalter in den vorausgegangenen 45 Jahren sehr präzise von Dwight ausgearbeitet wurden. Dwight, ein erfahrener Erfinder und Neuerer wurde von den in der Studie „Die Grenzen des Wachstums" aufgeworfenen Problemen dazu inspiriert, mit dem AWG-Konzept nachhaltige Lösungen für die Gesellschaft und Umwelt zu entwerfen.

Im Rückblick wird es unsere Nachkommen nicht überraschen, dass es ein halbes Jahrhundert gedauert hat, bevor die Menschheit in das Astrolithische Zeitalter eintrat. Denn wir Menschen müssen immer erst reichlich über unsere Grenzen hinausschießen, bevor wir die betretene Gefahrenzone erkennen und letztendlich darauf reagieren. Im allgemeinen ist es dann zu spät, um Katastrophen zu verhindern aber hoffentlich noch immer rechtzeitig, um wenigstens einen Teil unserer Zeitgenossen zu retten, was wohl geglückt ist, denn sonst könnten unsere Nachfahren nicht mehr darüber sinnieren.

Und interessanterweise werden sie über die staubigen Nachlässe des Archives der Vereinten Nationen hinaus sehr wenige historische Quellen finden, die die bescheidenen Anfänge belegen können.

Darunter vielleicht, oder sogar der erste Hinweis dessen sie habhaft werden können, wird das deutschsprachige Raumfahrtmagazin „Raumfahrt Concret" sein, mit einem Artikel geschrieben von Giulio und übersetzt von Jacqueline, die anfangs nicht ein Wort von dem was Giulio sagte, glaubte. Aber nach eingehender Diskussion und Abwägung entschied sie sich die verwegenen Ideen und Pläne den Lesern von „Raumfahrt Concret" nahe zu bringen und setzte somit die Kettenreaktion in Gang, die die Menschheit wirklich in den Weltraum brachte!

Die eher technischen "Bücher", oder was auch immer die Wissens-Medien der Zukunft sein mögen, werden beschreiben, wie AWG die größte zur Verfügung stehende Schwerlastrakete



Die Spiegelfolien werden mit Hilfe der Nanoraumsonden von der Rolle in Position gezogen.

startete. An Bord waren etliche Rollen mit hochreflektierender, dünner Folie, Hunderte von Nanoraumfahrzeugen, gebaut von Microspace (www.microspace.org), einige spezialisierte Landesonden, Kohlefaserstäbe, Kabel und anderes Zubehör und Spezialinstrumente. Diese „Bücher" werden illustrieren, wie die Oberstufe so einer Rakete, nach einem Zwischenstopp für Checks und Kalibrierungen an der neuesten Raumstation im erdnahen Orbit, ihre Reise zum ersten ausgewählten Asteroiden fortsetzte, wo die Ausrüstung eingesetzt wurde.

Die "Gedankenprojektoren" oder telepathischen Displays, die in der nahen Zukunft alle LCD, LED und Papiermedien ersetzen, werden mit den "Bücher"-Daten derart echte visuelle Darstellungen projizieren, dass unsere Nachkommen das Gefühl haben werden, beim Entrollen und Aufziehen der reflektierenden Rollen durch die Kontrolleinheiten der Mikrotriebwerke der Nanoraumsonden bis zur Größe eines gigantischen Spiegels, im Weltraum live dabei gewesen zu sein. In der fernen Zukunft wird man tatsächlich einen besseren Einblick in den Gesamtprozess haben, als verglichen mit den Zeitzeugen der Installation der Weltraumspiegel, die im besten Fall über 3D-Displays verfügen werden, gespeist mit den an die Bodenstation gesendeten Video-Aufnahmen der die Aktivitäten überwachenden Mikrokamera-Raumschiffe und Long Range-Kommunikations-Nanoraumsonden.

Nachdem die Raumschiffe die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Asteroiden untersucht und die Nanoraumsonden das Spiegelsystem korrekt ausgerichtet haben, fällt das fokussierte Sonnenlicht auf eine Kreisfläche von 10 bis 100 m Durchmesser auf den Asteroiden. Das dortige Material wird verdampfen, wodurch der nötige Schub aufgebaut wird, um den Asteroiden über einen Zeitraum von einigen Jahren in die gewünschte Erdumlaufbahn zu bringen.

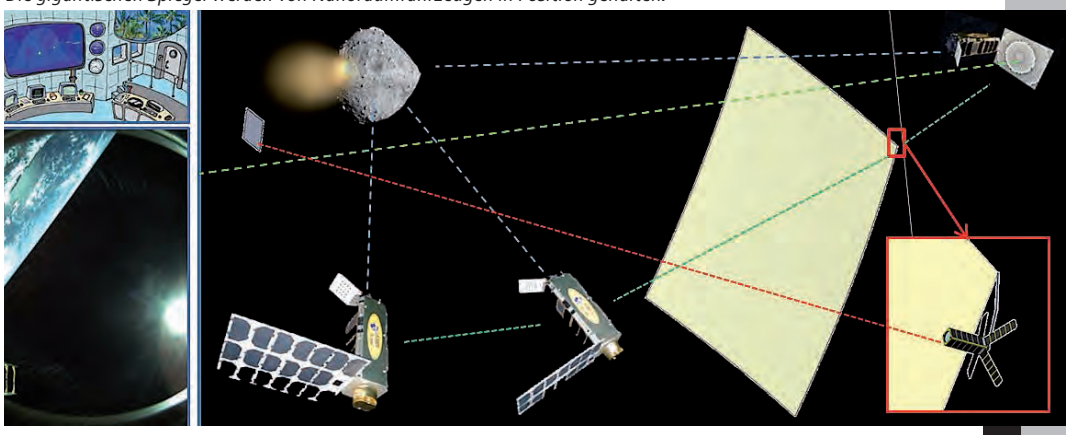
Während des gesamten Prozesses werden die Nanoraumschiffe die Spiegelposition kontinuierlich überwachen und anpassen, um den erforderlichen Schubvektor zu erzeugen, unterstützt von einer Echtzeit-Simulation in der AWG-Bodenstation auf der Erde.

Alle anderen Elemente der folgenden Aktivitäten werden unseren Nachfahren geläufig sein, sind sie doch Teil ihrer alltäglichen Arbeits- und Lebenssituation. Asteroidenmaterial wird bearbeitet, um damit Weltraumaufzüge herzustellen. Basen, die entlang des geostationären Gürtels hoch über der Äquatorialebene der Erde miteinander verknüpft sind. „Clarke Shades", sehr dünne und undurchsichtige Weltraumfolien mit regulierbarer Durchlässigkeit, um die Sonneneinstrahlung zu dämpfen und gleichzeitig die Erdtemperatur zu regulieren. Energie, die mit Hilfe der Weltraumfahrstuhl-Seilzüge gewonnen wird. Hin- und Herreisen mit bequemen Shuttles entlang der Seilzüge und von deren Ende werden Kapseln in den Weltraum ausgesetzt, um eine Reise zum Mond, Mars oder andere interplanetare Orte zu starten.

Was unsere zukünftigen Nachfahren auch eifrig studieren werden, ist der politische Prozess und das Ringen der AWG, um zu verhindern, dass all diese Ressourcen in sehr wenige, gierige Hände fallen. Dies war der Fall in den vorausgegangenen Jahrhunderten, als die Kolonialmächte und Monopolisten fast die halbe Welt zerstörten und das als Nutzen für die ausgebeutete Bevölkerung hinstellten. Die Intrigen und Boykott-Versuche und die Diskreditierungen des Projektes werden genauso in das Geschichtsbuch eingehen und die Beweise darstellen, die an den Schulen für Jahrhunderte gelehrt werden, um sicherzustellen, dass die Gleichheitsprinzipien immer das höchste Leitmotiv bei der Expansion der Menschheit in das Sonnensystem und darüber hinaus bleiben werden.

Aber der komplexeste Teil aller zukünftigen Gesellschaftsstudien wird

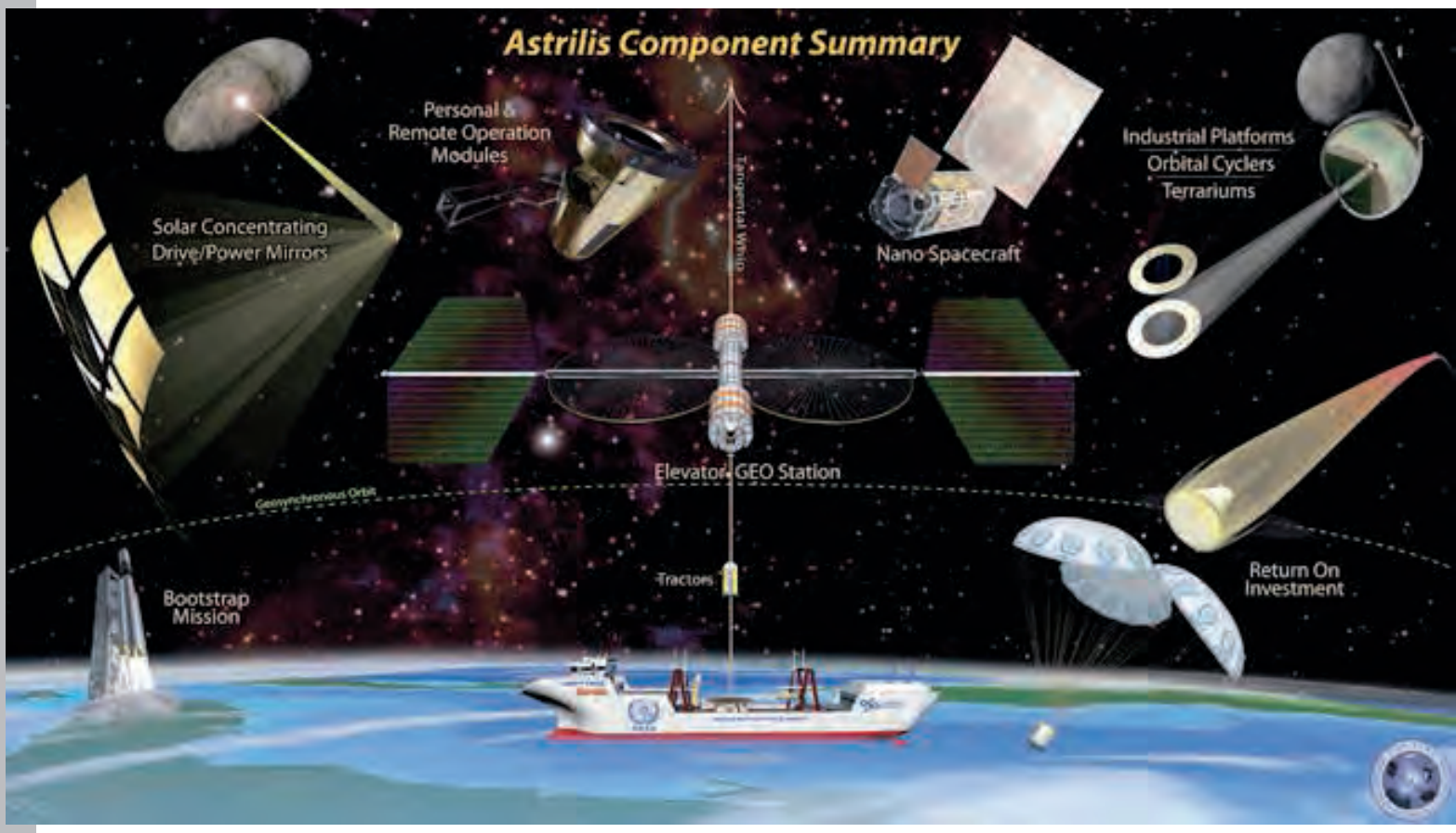
Die gigantischen Spiegel werden von Nanoraumfahrzeugen in Position gehalten.



Für die Kalibrierung macht AWGs erste Asteroiden-Mission einen Zwischenstopp an einer Raumstation im nahen Erdorbit, vom Athenoxat-Nanosatelliten aus betrachtet.

der langwierige Entscheidungsprozess sein, der die Menschheit von der Betrachtungsweise der Erde als "geschlossenem System" wegführte. Dieses Prinzip des geschlossenen Systems, das von den begrenzten Ressourcen auf der Erde ausgeht, erfordert, logischerweise, die drastische Reduzierung des Konsums oder der Bevölkerung durch weise und harte vorbeugende Maßnahmen oder durch unkontrollierte gesellschaftliche Katastrophen. Und unsere Nachfahren in der fernen Zukunft, wenn sie aus ihren komfortablen Weltraumhabitaten auf die wunderschöne Erde mit ihrer gesunden Umwelt runterblicken, werden die Kühnheit ihrer Vorfahren zu schätzen wissen, als sie den „offenen Systemblick" annahmen. Diese Sichtweise brachte die Menschheit dazu, Baumaterial aus dem Weltraum zu gewinnen ohne wieder in die teuflische Versuchung zu gelangen, Maximalprofite für die wenigen zu generieren, die für immer und über alles ein geschlossenes System als Status-Quo erhalten wollten.

Und schließlich werden unsere entfernten Nachfahren sich zum nächsten Schritt entschließen, wenn noch höher entwickelte Materialien und Energieformen im Vakuum des Weltraums gewonnen werden können... ein paar Jahrhunderte nach seinem Anfang wird das Astrolithikum Platz für die nächste Phase der menschlichen Expansion in den Weltraum machen: das Astrodynische Zeitalter, aber das ist eine andere Geschichte.



Dr. Giulio Manzoni, *von Haus aus Ingenieur und spezialisiert auf Raumfahrt-Mikrosysteme, hat es sich zum Motto gemacht: „Die handgemachte Herstellung von Anfang an ist die höchste Errungenschaft des entwickelten Geistes." In Italien gründete er 2002 die Firma Microspace. Er entwickelte seine eigenen Mikroantriebssysteme für die ESA und andere nationale Raumfahrtagenturen. Nach Aufenthalten in Japan und Malaysia ließ er sich 2007 in Singapur nieder, wo er die beiden Nanosatelliten Popsat (gestartet 2014) – ein Mikrotriebwerksdemonstrator – und Athenoxat (2015) – für die Fernerkundung – entwickelte. Dr. Giulio Manzoni ist nun dabei, seine nächste große Mission, jenseits der Erde vorzubereiten...*

2017 war der Test – 2018 hieß es: „Volle Kraft voraus!“

Von Jacqueline Myrrhe

4th China (International) Commercial Aerospace Forum

Vom 26. bis zum 28. September war die 11 Millionen-Metropole Wuhan, Hauptstadt der zentralchinesischen Provinz Hubei, Gastgeber für die internationale kommerzielle Raumfahrtgemeinde. Das China Commercial Aerospace Forum (CCAF) wurde zum vierten Mal veranstaltet, allerdings in den Jahren 2015 und 2016 als nationale Konferenz. Der Erfolg von 2017, als Raumfahrtexperten aus den USA, Russland, Kanada, Costa Rica, Deutschland, Großbritannien, den Niederlanden, Iran, Singapur, Burundi, Gabun, Kenia, Madagaskar teilnahmen, ließ die Veranstalter erkennen, wie wichtig der internationale Austausch ist. So folgte in dem für die kommerzielle chinesische Raumfahrtindustrie bisher intensivsten Jahr die 2. internationale Auflage unter dem Motto: “Lead commercial aerospace, explore industrial development“ (Kommerzielle Raumfahrt anführen, industrielle Entwicklung sondieren). Neu war die Ausdehnung der zuvor eintägigen Konferenz auf drei Tage. Zwei davon waren dem dichten und inhaltlich interessanten Tagungsprogramm vorbehalten und am letzten Tag blieb ausreichend Zeit für den Besuch der begleitenden, 5.000 m² großen Ausstellung. Mit rund 500 Teilnehmern, einschließlich 30 ausländischer Experten aus Frankreich, UK, Deutschland, Russland, US, Hongkong, Singapur, Japan, Italien, Australien sowie Schweden, konnte ein leichter Anstieg in der Besucherzahl verzeichnet werden. Bedauerlicherweise reiste eine größere Gruppe afrikanischer Gäste auf Grund organisatorischer Probleme im Heimatland nicht an.

Der Hauptorganisator, China Aerospace Science and Industry Cooperation CASIC, hat für dieses Forum nicht nur eine starke Allianz aus Unterstützern, Co-Organisatoren und Sponsoren aus Politik, Wirtschaft, staatlichen Organisationen, staatlicher und privater Raumfahrtindustrie und Nicht-Raumfahrtunternehmen gebildet, sondern ist es als Eigentümer und Manager der National Aerospace Industry Base in Wuhan gelungen, den ersten nationalen und bedeutenden kommerziellen Raumfahrtindustriepark umzusetzen. Die vielschichtige, ressortübergreifende und klare Unterstützung aus Politik, Verwaltung und Wirtschaft für die National Aerospace Industry Base und somit für kommerzielle Raumfahrt war deutlich in den Reden und Präsentationen des Forums spürbar. Verknüpft damit ist das politische Ziel, die ökonomische Basis der Region zu diversifizieren, Arbeitsplätze in der Hochtechnologie zu schaffen und auf Wachstum zu orientieren. Die Stadt Wuhan produziert mit 180 Milliarden US-Dollar Bruttoinlandsprodukt (BIP) den Löwenanteil des 540 Milliarden US-Dollar BIP der gesamten Provinz Hubei mit ihren 60 Millionen Einwohnern.

So eröffneten unter starker Beachtung der Medien der Bürgermeister von Wuhan Zhou Xianwang und der Stellvertretende Leiter der Provinz Hubei Cao Guangjing gemeinsam mit Repräsentanten der Zentralregierung

Shu Chang, CEO von OneSpace: „Es macht keinen Sinn uns um das größte Stück vom Kuchen zu raufen. Wir sind daran interessiert, den Kuchen insgesamt größer zu machen."

die Ausstellung und hielten die Eröffnungsreden. Die Redner bekräftigten ihre Unterstützung in der Beseitigung von Hemmnissen bei der Entwicklung des kommerziellen Raumfahrtsektors, sowie bei der Ausarbeitung der Rahmenbedingungen für faire Wettbewerbsbedingungen genauso wie bei strategischen Initiativen zur Förderung der kommerziellen Raumfahrt. Noch im September hatte die chinesische Regierung angekündigt, ein harmonisiertes, nationales Managementsystem für den privaten Raumfahrtsektor einzurichten, das zur weiteren Vertiefung der öffentlich-privaten Partnerschaft beitragen wird. CASIC-Direktor Gao Hongwei sagte, dass der Fortschritt in Chinas Raumfahrtunternehmen der nächsten drei bis fünf Jahre die Aufmerksamkeit der Welt auf sich lenken wird. Die globale Raumfahrtindustrie wird sich neu formieren und multilaterale Kooperation zur Selbstverständlichkeit werden.
Perfekt vorbereitet und inszeniert wurden auf der Bühne in einer Rekordzeit von 3 min 22 Verträge mit einem Gesamtvolumen von 50,6 Milliarden RMB (6,4 Milliarden Euro) unterschrieben.
Danach begann das intensive, inhaltsschwere und abwechslungsreiche 2-tägige Vortragsprogramm. Es wurde von Fu Zhimin, dem Chefingenieur von CASIC eingeleitet. Er betonte, dass die Kooperation zwischen staatlichen und privaten Raumfahrtfirmen in China mehr vom Miteinander als vom Wettbewerb geprägt sein wird. Die beiden Herangehensweisen sind komplementär, denn privatwirtschaftliche Unternehmen sind flexibler, kostengünstiger und schneller am Fortschritt dran. Staatliche Firmen wie CASIC haben langfristige Ziele im Blick und widmen sich der Weiterentwicklung der raumfahrtindustriellen Wertschöpfungskette.
Trotz des hohen Anteils an chinesischen Teilnehmern, war der Anteil an chinesischen und ausländischen Vortragenden ausgewogen.
Viele Vorträge widmeten sich den „kommerziellen" Auslagerungen der staatlichen Raumfahrtgiganten wie CASIC und CASC, jedoch gab es in diesem Jahr eine signifikante Anzahl von Präsentationen der „echten" kommerziellen Unternehmen. Ihre Aktivitäten und ersten Erfolge in der Raketenentwicklung waren im Jahr 2018 nicht zu übersehen und so war es mehr recht als billig, ihnen den fairen Platz im Programm zu überlassen. Gegenwärtig ist China nach den USA, Großbritannien und Frankreich, der viertgrößte Investmentmarkt für private Raumfahrt. Seit 2009 hat China zwar nur 3 % des globalen Gesamtvolumens für Finanzierungen in der privaten Raumfahrt ausgemacht, zeigt aber weltweit das stärkste Wachstum. Mit Stand von Ende September wurden in chinesische Raumfahrtunternehmen 217 Millionen US-Dollar investiert. Im Jahr 2017 waren es insgesamt 230 Millionen US-Dollar. Trotzdem: Noch immer beschäftigen staatliche Raumfahrtgiganten Personal in der Größenordnung von jeweils 100.000, während NewSpace es insgesamt auf lediglich mehrere 10.000 bringen dürfte.

In Wuhan traten die Unterschiede zwischen den staatlichen Ablegern und den „echten" Raumfahrt-Unternehmen in vielerlei Hinsicht zu Tage: Die semiprivaten Unternehmen, wie CAST, CALT, SAST, CASIC, bewahrten den klassischen Redestil mit statischen Folien - belegten aber den meisten Platz in der Ausstellungshalle. Die Ausnahme ist vielleicht CASIC, die sowohl eine anspruchsvolle Animation des wiederverwendbaren Raumgleiters zeigte, als auch ihre zentrale Position in der Ausstellung mit ansprechendem audio-visuellem Material und interaktivem Display gestaltete. Die jungen Raumfahrt-Start-Ups, wie z.B. SpaceTY, OneSpace, Landspace, ExPace, MinoSpace, kamen mit erfrischend selbstbewussten Vorträgen, sehr oft sogar ohne PowerPoint oder Skript - einfach in freier Rede mit wenigen Stichworten auf dem Handy notiert. Diese junge Generation von Unternehmern nahmen das Publikum im Sturm und verbreiteten mühelos Optimismus, Begeisterung und Leidenschaft. Sie machten klar: wir sind schnell – und wir lieben es schnell zu sein. Denn ihre Ambitionen sind groß. Alle Startups betonten unisono dass sie bereit sind, den Wettbewerb mit OldSpace oder weiteren Firmen aufzunehmen. Im Kontrast dazu war die Präsenz von NewSpace in der Ausstellungshalle weniger ausladend als die von OldSpace – klein aber fein.

Shu Chang, Gründer und CEO von OneSpace ist einer dieser ambitionierten Jungunternehmer. Er verwies darauf, dass sein Unternehmen eines der ersten war, das sich die neu auftuende Möglichkeit als Privatunternehmen in die Raumfahrt einzusteigen zu Nutze machte. Bereits 2015, ein Jahr nachdem die Direktive des chinesischen Präsidenten Xi Jinping zur Etablierung des privaten Raumfahrtsektors in Kraft trat, war OneSpace auf dem Markt. Shu Chang sprach von CASIC und CAST als einem „geschlossenen Klub" und drückte seine Freude darüber aus, dass sich dieser „closed club" geöffnet hat. Natürlich fühlt er als junger Unternehmer den großen Druck der Verantwortung. Er ist überzeugt, tragfähige Geschäftsideen umsetzen zu können, denn gerade in dem Bereich der Startdienstleistung für Kleinsatelliten, in dem OneSpace operiert, kann Nachfrage durch Komplettlösungen generiert werden. Offen kritisierte er das Geschäftsmodell von SpaceX, das mit Preisen auf dem Weltmarkt operiert, die nicht kostendeckend sind. Auch wenn Wettbewerb motivierend ist, so ist OneSpace nicht vor Misserfolg gefeit, gab Shu zu bedenken. Die gegenwärtige Unternehmensstrategie ruht auf drei Säulen: Technologieentwicklung, Kooperation, Anwendungen. Damit, so Shu Chang, sollte der Weg in die Zukunft möglich sein.
Nachdem OneSpace im Mai 2018 der allererste kommerzielle, suborbitale

Raumfahrtstart in China glückte, startete das Team am 7. September die OneSpace-Rakete ‚Chongqing Liangjiang Star' OS-X1 vom Jiuquan Satellite Launch Center zu einem 200 Sekunden langen suborbitalen Flug bis auf 15 km Höhe. Der Jilin-1-Videosatellit nahm die frühe Flugphase aus einer 535 km hohen Umlaufbahn auf. Das Video erlangte im Internet Berühmtheit, wobei die Kapazitäten des Video-Satelliten mehr Anerkennung fanden als der ebenfalls bemerkenswerte Start einer kommerziellen Rakete vom militärischen, staatlichen Startplatz in der Wüste Gobi. Die näheren Umstände der Aufzeichnung wurden zum ersten Mal auf dem 4. CCAF von Shu Chang publik gemacht. Ursprünglich war der Start von OS-X1 um 13.00 Uhr vorgesehen gewesen. Der Eigentümer und Erbauer von Jilin-1, die Chang Guang Satellite Company, machte OneSpace darauf aufmerksam, dass eine Abdeckung des Territoriums des Startplatzes durch ihre Jilin-Satellitenkonstellation nur um 12:00 Uhr mittags gegeben war. Dank der Kooperationsbereitschaft und Flexibilität des Personals am Startplatz konnte eine kurzfristige Vorverlegung des Starts auf 12:10 Uhr und das zusätzliche Filmen der Startsequenz vom Boden aus arrangiert werden. Die gleiche positive Erfahrung machte das Start-up iSpace (auch: Beijing Interstellar Glory Space Technology Corporation Ltd. oder: Space Honor), die zwei Tage vor OneSpace, am 5. September, mit ihrer Rakete SQX-1Z „Hyperbola-1S" von Jiuquan aus starteten. Die SQX-1Z erreichte eine Gipfelhöhe von 108 km. Zhang Qi, Leitender Techniker von iSpace war des Lobes voll für die staatlichen Behörden und das Bodenpersonal am Startplatz.

CASIC, mit klarem Heimvorteil in Wuhan, war nicht nur der Gravitationsschwerpunkt der Ausstellung, sondern auch des Forums und der Organisation. Die Wuhan Aerospace Industrial Base ist von CASICs Investment und Management geprägt und beherbergt gleichzeitig die Produktionsstätte für die Kuaizhou-Trägerrakete von CASICs „kommerziellen" Ableger ExPace und für die geplanten Satellitenkonstellationen.

Das CCAF ist eine geeignete und vielversprechende Bühne, um mit Chinas privaten Raumfahrtakteuren in Kontakt zu kommen. Während der Pausen und auch bei den gemeinsamen Abendessen war mehr als genug Gelegenheit um sich mit den Experten auszutauschen. Die Hemmschwelle, aufeinander zuzugehen ist beträchtlich gesunken. Hinzu kommt, dass nicht nur die junge Generation chinesischer Raumfahrtexperten sehr gutes Englisch spricht, sondern auch mehr und mehr westliche Raumfahrtrepräsentanten chinesisch. Wahrscheinlich auch nur in China ist es möglich, dass der Vize-Vorstandsvorsitzende (nämlich der von CASIC) ganz selbstverständlich mit den anderen Konferenzteilnehmern am Essenstisch sitzt. Man merkt erst dann, wer der Tischnachbar ist, wenn man die Visitenkarten austauscht…

Die das Forum begleitende Ausstellung von fast 100 chinesischen und ausländischen Raumfahrtunternehmen bot ebenfalls sehr gute Gelegenheiten zur Information und für detaillierte Gespräche. Hervorzuheben ist die hohe Gastfreundschaft und die persönliche Betreuung der ausländischen Gäste durch CASIC.

Zum zweiten Mal ist es den Organisatoren gelungen, mit dem futuristischen Intercontinental-Hotel Wuhan einen extravaganten Veranstaltungsort zu finden. Langfristig gesehen wird das CCAF aber wohl seine Heimstatt in der Wuhan Aerospace Industrial Base finden, wo auch ein Konferenzzentrum geplant ist. Dann werden nicht nur eine Ausstellung, sondern auch Unternehmensbesichtigungen zum Tagungsprogramm gehören. Das wird sicherlich spannend.

Das Dienstleistungsangebot von Satellitenbauer SpaceTY.

INNOspace Masters – Ideen für die nächste Raumfahrtgeneration (Folge 5)

Innovationen durch New Space

Am 15. Februar endete die Einreichung für den aktuellen DLR-INNOspace Masters-Wettbewerb 2018/2019. Wir werden demnächst berichten. Zunächst blicken wir zurück auf zwei erfolgreiche Preisträger der vergangenen Jahre.

Der INNOspace Masters ist ein Innovationswettbewerb des DLR Raumfahrtmanagements zur Förderung innovativer Projektideen für die nächste Generation der Raumfahrt. Er wird zusammen mit den Partnern Airbus, OHB und den deutschen ESA BICs (ESA Business Incubation Centre) durchgeführt.

Kontakt:
Dr. Franziska Zeitler, DLR Raumfahrtmanagement: E-Mail: franziska.zeitler@dlr.de, www.innospace-masters.de

Skith – der drahtlose Satellit

Universität Würzburg

Tobias Mikschl präsentiert das Skith-Modul. Das rechte Bild zeigt den Vergleich zwischen einem Kabelmodul und der Skith-Einheit (rechts in der Hand von Prof. Montenegro). Fotos: Uni Würzburg

RC: *Herr Prof. Montenegro, Sie waren Gesamtgewinner des INNOspace Masters 2015/16. Was war die damalige Aufgaben- und Zielstellung des Projektes?*

Prof. Sergio Montenegro: Die Verkabelung in Satelliten ist bisher notwendig, aber auch aufwendig, teuer, schwer und ein wesentlicher Risikofaktor. Im Rahmen des Innovationsvorhabens Skith wird an der Universität Würzburg eine neue Möglichkeit des Datenaustauschs innerhalb eines Satelliten entwickelt. Kleine, hochintegrierte Funkmodule übernehmen die Aufgabe von langen, komplexen Kabelbäumen und erlauben schnellere Tests, Integration und Entwicklung. Im Frühjahr 2018 wurden nach diversen Entwicklungsschritten die Demonstratoren für den ersten kabellosen Satellitenbus fertiggestellt.
Ob WLAN, Bluetooth oder UMTS – in terrestrischen Anwendungen wurden Kabelverbindungen zunehmend durch kabellose Lösungen ersetzt. Mit Skith beginnt diese Revolution in der Weltraumindustrie.

RC: *Wann ist und wo ist der erste Test Ihrer Anwendung geplant?*

Prof. Sergio Montenegro: Skith funktioniert bereits. Wir haben Quadrocopter mit dieser Technologie ausgerüstet. Jeder Propeller hat seine Kontroller und sie kommunizieren nur per Skith. Auch haben wir mit Studenten bereits Wireless-Module für Satelliten gebaut, beispielsweise für die Positionierung von Rovern in einem anderen Projekt. Wir benutzen diese Module ebenfalls für die Kommunikation zwischen Drohnen und Bodenstationen. Nun wollen wir diese Module und Protokolle als Produkte für Satelliten vermarkten. Dies ist aber sehr schwer, weil wir es noch nicht im Weltraum demonstrieren können. Wir suchen immer noch nach Fluggelegenheiten.

RC: *Das kabellose Prinzip könnte ja auch für andere Branchen interessant sein. Wo ist das System einsetzbar und gibt es schon Partner?*

Prof. Sergio Montenegro: Wie schon erwähnt in Drohnen. Aber wir versuchen auch mit der Autoindustrie ins Gespräch zu kommen, um den Kabelbaum zu reduzieren. Wir haben dort mehrere Ansprechpartner, allerdings noch kein konkretes Projekt, um unsere Innovation anwenden zu können.

RC: *Ein Kabel ist ein Kabel. Sind drahtlose Verbindungen durch verschiedenste Einflüsse nicht störanfälliger?*

Prof. Sergio Montenegro: Unsere Entwicklung ist sicherer als Kabel! Denn Stecker sind in Satelliten aufgrund der Vibrationen in der Rakete ein sehr großes Risiko. Kabel und Stecker, die nicht da sind, können nicht kaputt gehen. Im Orbit gibt es auch keine Funkstörungen, die unser System beeinflussen könnten.

RC: *Wie sieht die Perspektive aus? Was sind Ihre Pläne?*

Prof. Sergio Montenegro: Wir versuchen bei der Komponenteninitiative des DLR Raumfahrtmanagements ein Projekt aufzusetzen, um die Skith-Technologie näher an den Markt zu bringen.

Kontakt:
Prof. Sergio Montenegro: montenegro@informatik.uni-wuerzburg.de
Tobias Mikschl: tobias.mikschl@uni-wuerzburg.de
Lehrstuhl – Informationstechnik für Luft- und Raumfahrt

Levity Space Systems – Satellitenplattfom für CubeSats

Aachen

Transportsatellit ESKIMO (Electrical Propulsion Kickstage for Microlaunchers) Foto: Levity Space Systems

RC: *Sie belegten beim INNOspace Masters 2016/17 den 2. Platz der ESA BIC Start-up Challenge. Was war die damalige Aufgaben- und Zielstellung des Projektes?*

Lars Kesseler: Grundsätzlich war unsere Zielstellung als Arbeitsgruppe, die Großfirmen der Raumfahrt in Sachen Innovation zu überholen und neue Ideen zu etablieren, die zuvor einfach aufgrund von Konzernstrukturen nicht rentabel waren. So kam es dann zum ersten Konzept MESA. Diese Satellitenplattform wurde dafür ausgelegt, den Start einer großen Menge an CubeSats und Weltraumexperimenten auf einer einzigen Rakete zu ermöglichen. Viele interessante Projekte scheitern an der Hürde des zu teuren Starts. Mit MESAs breiten Einsatzmöglichkeiten sollten bisher vernachlässigte kommerzielle und wissenschaftliche Interessen verbunden werden: rentable CubeSats sollten den Start von unrentablen Experimenten ermöglichen und umgekehrt, um auch kommerziell theoretisch abgehängte Ideen nicht verfallen lassen zu müssen. Letztendlich mussten aber auch wir einsehen, dass dieses Problem ein unglaublich komplexes ist, bereits lange besteht und die wahren Herausforderungen für die Lösung der Probleme nicht technischer, sondern politischer Natur sind. Statt mit der Politik beschäftigen wir uns dann aber lieber doch noch eine Weile mit der Raumfahrttechnik selbst. Unser gegenwärtiger Schwerpunkt sind aber immer noch die Kleinsatelliten.

RC: *Heute haben Sie ein eigenes Unternehmen. Skizzieren Sie bitte diesen Weg.*

Lars Kesseler: Zunächst war da der Rahmen für die Bildung des damaligen Teams: Die Erkenntnis, dass die Kommerzialisierung in den letzten Jahren auch zunehmend die Raumfahrt erfasst. In den USA war das schon länger bekannt, Start-ups in der Raumfahrtindustrie wurden längst staatlich gefördert und von Investoren mit großem Interesse verfolgt. Der INNOspace Masters – der das erste Mal 2015 veranstaltet wurde – war nun eine von vielen europäischen Initiativen, um nicht den Anschluss im „NewSpace" Sektor zu verlieren. Diese neue Welle in der europäischen (und auch deutschen) Politik sahen wir als große Chance.
Hochmotiviert haben wir viel Präsenz, Interesse und Kommunikationsfreudigkeit auf Messen, Ausstellungen und eben auch Ideenwettbewerben gezeigt. Durch unsere Teilnahmen und Gesprächsinitiativen haben wir auf diesem Weg als junge Ingenieure viel Kontakt zu den „alten Hasen", aber auch anderen jungen Firmen in der Raumfahrt gehabt. Unsere Offenheit und Motivation kamen dabei sehr gut an, was uns bereits früh hervorragende freundschaftliche und geschäftliche Kontakte eingebracht hat. Wir sind einfach drangeblieben, haben uns auch lokal in unserer Universitätsstadt Aachen engagiert, z.B. in der TRACE Initiative der FH/RWTH Aachen sowie dem AC2 Gründerwettbewerb. So haben wir nach und nach weitere Partner gefunden und unsere Chancen auf Förderung und Machbarkeit unserer Ideen abgetastet. Heute haben wir ein klares Ziel vor Augen, das zunächst mit öffentlichen Mitteln verfestigt und später mit Investorenhilfe verwirklicht werden soll.

RC: *Wo liegen gegenwärtig Ihre geschäftlichen Schwerpunkte?*

Lars Kesseler: Wir konzentrieren uns gegenwärtig auf die Etablierung von geschäftlichen Partnerschaften sowie die Perspektive und Grundlage unserer Finanzierung. In der Raumfahrt müssen sich aufgrund der technischen Komplexität die Produkte, Technologien und Dienstleistungen ergänzen. Dadurch ist die Kooperationswilligkeit der Firmen in der Raumfahrt allgemein sehr hoch, als Start-up stößt man aber vielleicht sogar auf besonderes Interesse. Auch von möglichen Investoren. Das kommt uns sehr zugute und wir genießen den regen Austausch von Informationen und Ideen, während wir die kommende Finanzierungsphase vorbereiten und den Businessplan vertiefen.

RC: *Verstehen wir es richtig, dass Sie auch den Mond erobern wollen. Hier wird sich in der Zukunft viel tun. USA und Europa wollen dorthin. China ist schon da. Wo und wie können Sie dort mitmischen?*

Lars Kesseler: Wie Sie bereits sagen: Alle wollen zum Mond. Die Raumfahrt war in der Vergangenheit ausschließlich den Regierungen vorbehalten, aus vielfältigen Gründen natürlich. Mit der Kommerzialisierung des Weltalls ändert sich dies nun allmählich, oder ist vielmehr bereits im vollen Gang. Flotten von Erdbeobachtungs-CubeSats (z.B. von Planet) halten längst mit den großen Satelliten mit, was Nutzen und Rentabilität angeht. Die großen

Visionen und erweiterten Nutzungsszenarien jenseits der niedrigen Erdumlaufbahn bleiben aufgrund der bisherigen Infrastruktur jedoch erneut vorerst den Regierungen und Großkonzernen vorbehalten. Wir halten nach unserem ersten Vorstoß MESA weiterhin an dem Ansatz fest, vernachlässigte Konzepte zu verwirklichen. Wir wollen zu einer kostengünstigen Infrastruktur im Weltraum beitragen, die die Einstiegshürde für das kommerzielle, aber auch wissenschaftliche Engagement in der Raumfahrt nach und nach senkt. Dabei geht es nicht darum, mögliche Konkurrenten wie Airbus in Sachen absoluter Leistung auszustechen. Es gibt aber Satellitenbetreiber die versuchen, spezielle Anforderungen an neue Missionsarchitekturen mit niedrigem Budget zu erfüllen. Diesen wollen wir zu Hilfe kommen und einen kostengünstigen Einsatz bis hin zum Mond ermöglichen. Es gibt noch so manche Technologie, die in den Schubladen der europäischen „NewSpace" Firmen schlummert und uns helfen wird, das zu erreichen.

RC: *Wie sieht die Perspektive aus? Was sind Ihre Pläne?*

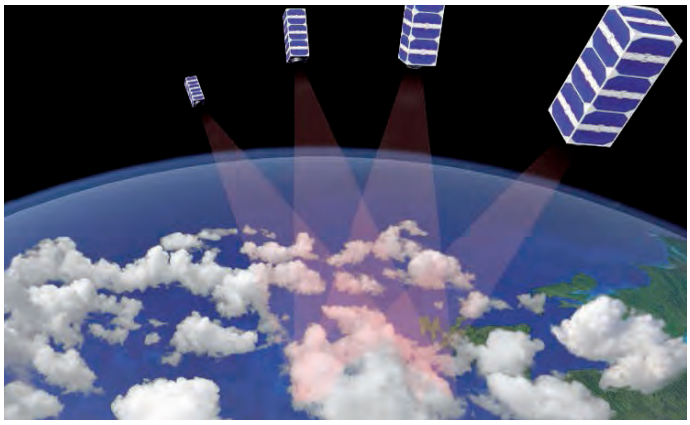
Lars Kesseler: Es gilt nun, die besonders innovativen Punkte unserer Pläne durch Kooperationen zu festigen und die Vorteile unseres zukünftigen Produktes zu sichern. Glücklicherweise sind wir in einer Situation, in der wir auf verschiedene Angebote und Möglichkeiten auch bezüglich der Finanzierung zurückgreifen können. Wir freuen uns, durch unsere Empfehlung auch an der Etablierung eines neuen Forschungs- und Entwicklungszentrums am Flughafen Aachen Merzbrück beteiligt zu sein. Dies könnte ein wohlgesonnener zukünftiger Unternehmensstandort sein. Momentan ist dahingehend aber noch alles offen. Die Finanzierung der nächsten Etappe unseres aktuellen Hauptprojektes wurde jüngst durch eine Beteiligung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gesichert. Damit blicken wir einer neuen Stufe der Zustimmung, aber auch weiteren Herausforderungen in unserem Werdegang als Raumfahrt-Start-up entgegen. Allgemein sind wir sehr dankbar für die Hilfe der Entwicklungs- und Kontaktprogramme in Deutschland und Europa, sowie für die zunehmende gesellschaftliche Aufmerksamkeit, die der Raumfahrt geschenkt wird. Dies ist natürlich auch auf die zunehmende Berichterstattung in der Presse und in den Medien zurückzuführen. Daher möchten wir auch Ihnen für Ihr Interesse an der Geschichte von Levity Space Systems danken!

Kontakt:
Lars Kesseler, Chief Commercial Officer & Co-Founder
Telefon: 0171 324-1084
www.levity.space

Die Gespräche führte Ute Habricht.

EU-Forschungspreis an deutsch-israelische Wissenschaftler

Die Preisträger Ilan Koren (Atmosphärenphysik), Yoav Schechner (Computertomographie) und Klaus Schilling (Formationen aus Kleinst-Satelliten) vor dem Präzisionsbewegungssimulator des Zentrums für Telematik in Würzburg, wo diese Forschungsarbeiten vorbereitet werden.



In CloudCT wird das Sonnenlicht genutzt, um einen Blick in das Innere der Wolken zu werfen. 10 Kleinst-Satelliten empfangen aus verschiedenen Blickrichtungen das Streulicht und können so das Wolkeninnere mit Hilfe ausgefeilter Software aus den Kamerabildern rekonstruieren. Fotos: Zentrum für Telematik

Eine Formation von 10 Kleinst-Satelliten soll mit Computer-Tomographie-Methoden die Zusammensetzung von Wolken erfassen. Dies liefert eine der wichtigsten noch fehlenden Informationen für Klimamodelle, um so noch bessere und zuverlässigere Klimavorhersagen erstellen zu können. Das interdisziplinäre deutsch-israelische Forscherteam mit dem Würzburger Raumfahrt-Professor Klaus Schilling wurde damit für einen mit der Höchstfördersumme von 14 Mio € dotierten Forschungspreis des Europäischen Forschungsrates ERC ausgewählt.

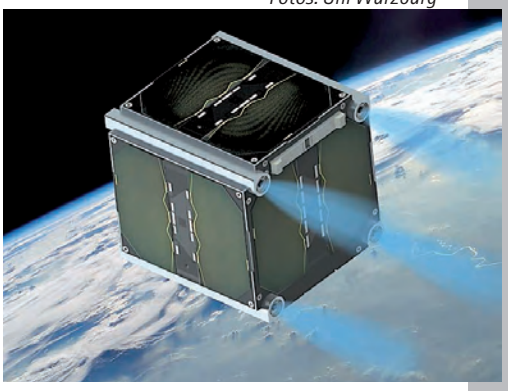
Der Antrag wurde in einem dreistufigen Evaluierungsverfahren von unabhängigen Experten/innen begutachtet. Wissenschaftliche Exzellenz ist das alleinige Auswahlkriterium. Die hohe Qualität des Arbeitsplans ebenso wie die wissenschaftliche Reputation der drei verantwortlichen Forscher wurde in dreith Auswahlrunden von Top-Wissenschaftlern bewertet. Schließlich wurde das Forscherteam vom European Research Council (ERC) nach Brüssel eingeladen, wo es sich Anfang September den kritischen Fragen des Auswahlgremiums stellen musste. Dieses hatte die schwierige Aufgabe, aus den über 350 eingegangenen Anträgen aus allen Disziplinen von Forschern aus ganz Europa die glücklichen Gewinner zu küren.

Campuszeit (Teil 3)

Kleinstsatellit UWE-4 im Orbit

Noch 2018 haben die Raumfahrtinformatiker der Universität Würzburg den bereits vierten Experimentalsatelliten ins All bringen lassen. „UWE-4" wird erstmals Elektroantriebe nutzen, um seine Umlaufbahn kontrollieren zu können.

Fotos: Uni Würzburg



Am 27. Dezember frühmorgens war an der südöstlichen Grenze von Russland zu China am Himmel ein leuchtender Streifen zu sehen, der keine leicht verspätete, weihnachtliche Sternschnuppe war. Es sind die feurigen Antriebe einer Sojus-Fregat-Trägerrakete, die sich vom Kosmodrom Wostotschny auf den Weg macht, mit an Bord UWE-4, der vierte der „Universität Würzburg Experimentalsatelliten" UWE (Fotos).

UWE-4 entwickelt wiederum im UWE-Programm innovative Technologien weiter, um die Raumfahrt kleiner, kostengünstiger und effizienter zu machen. UWE-1 hat als erster deutscher Pico-Satellit – bereits 2005 gestartet – schon einen Platz im Deutschen Museum gefunden *(siehe auch RC-39-40)*.

UWE-4 wurde in etwa 585 Kilometern Höhe ausgesetzt. Auch mit an Bord sind die Erdbeobachtungssatelliten Kanopus-V 5 & 6 (Russland) und 26 Klein-Satelliten, darunter auch 12 kommerzielle „Dove" Nano-Satelliten zur Erdbeobachtung (von der US-Firma Planet). Aufgrund der recht niedrigen Umlaufbahn kreist UWE-4 etwa 16-mal am Tag um die Erde. Wenn er über die Bodenstation an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) fliegt, kann er für maximal 12 Minuten Kontakt aufnehmen und seine angesammelten Daten übertragen. In der Zwischenzeit führt er seine Aufgaben selbstständig aus.

Erstmals Elektro-Antrieb in kleinster Satellitenklasse

UWE-4 wird erstmals Elektro-Antriebe in der Klasse der Pico-Satelliten – das sind Kleinst-Satelliten bis zu einem Kilogramm Gewicht– nutzen, um damit auch die eigene Umlaufbahn kontrollieren zu können. Bisher konnte nur die Ausrichtung gezielt verändert werden. „Insofern ist dies ein neuer Meilenstein für die Welt der Kleinstsatelliten, der hier gemeinsam mit den Partnern von der Technischen Universität Dresden realisiert wurde", sagt Professor Klaus Schilling, Ordinarius am Informatik-Lehrstuhl „Robotik und Telematik" an der JMU.

UWE-4 wurde unter Federführung von Dr. Philip Bangert und Alexander Kramer, die als Doktoranden in der Informatik tätig waren, und zahlreicher Studenten realisiert.

UWE-4 ist mit vier Triebwerken ausgestattet, die jeweils lediglich 0,25 g Treibstoff zur Verfügung haben. Durch diesen treibstoff-effizienten Elektroantrieb kann er über ein Jahr Störungen seiner Umlaufbahn korrigieren. Nach Ende seiner Mission wird er so gezielt auf einen Absturzorbit gebracht werden und kann damit seine Verweildauer im All um mehrere Jahre verringern.

Weitere technische Fortschritte bei UWE-4 liegen im Bereich der Lageregelung mit effizienteren und genaueren Sensoren, insbesondere miniaturisierten Kameras als Sonnensensoren, sowie ein neues Inertialmesssystem, das sich jeweils in 3 Achsen aus Kreiseln, Magnetfeld- und Beschleunigungs-Messgeräten zusammensetzt. Außerdem wurde das aktuelle Modell um eine Hochgeschwindigkeits-Kommunikationsleitung erweitert, um große Datenmengen schnell übertragen zu können. Die Datenspeicherkapazität wurde gegenüber UWE-3 mehr als verzehnfacht.

An 18 weiteren Satelliten wird bereits gearbeitet.

Die Nachfolgemissionen werden bereits intensiv vorbereitet: Während die JMU sich auf die Grundlagenforschung bei einzelnen Pico-Satelliten konzentriert, setzt das „Zentrum für Telematik" Schwerpunkte bei kooperierenden Satelliten und wissenschaftlichen Anwendungen. Es wird hier aktuell an Satellitenformationen für die Verbesserung von Klimavorhersagen gearbeitet. Im Projekt „CloudCT", gefördert durch einen „ERC Synergy Grant", nutzen zehn Kleinst-Satelliten innovativ Methoden der Computertomographie, um scheibchenweise die innere Struktur der Wolken, und insbesondere deren Wassergehalt zu erfassen.

In dem vom Bayerischen Wirtschaftsministerium im Rahmen der internationalen Kooperation mit Partnerregionen geförderten Projekt TOM (Telematics earth Observation Mission) arbeiten drei Kleinsatelliten zusammen, um mit Beobachtungen aus verschiedenen Blickrichtungen dreidimensionale Bilder der Erdoberfläche zu erzeugen und damit in Katastrophenfällen (z.B. Vulkanausbrüche, Erdbeben) wichtige Zusatzinformationen an Rettungskräfte liefern zu können.

Kontakt: Prof. Dr. Klaus Schilling, Lehrstuhl für Robotik und Telematik, schi@informatik.uni-wuerzburg.de

Vorhergehende Beiträge der Serie »Campuszeit« in RC-38 und RC-39/40

Kalenderblatt: 10. Februar 1964

55. Todestag von Eugen Sänger

Eugen Sänger in seinem Büro in Stuttgart.

Der Name Eugen Sänger ist eng verknüpft mit Zukunftstechnologien für Raumfahrtsysteme wie Plasma- und Photonenantriebe sowie der Staustrahltechnologie. Zudem ist wohl am bekanntesten der „Silbervogel", ein sogenannter suborbitaler Bomber.

Eugen Albert Sänger wurde am 22. September 1905 als Sohn eines Kaufmannsehepaars in Preßnitz (Böhmen) geboren. Nach dem Besuch der Grundschulen in Budaörs und Kelenfold (Österreich-Ungarn) und der Bundes-Oberrealschule in Graz studierte er Bauingenieurwesen in Graz und Wien. Schon während des Studiums machte er Bekanntschaft mit dem phantastischen Roman „Auf zwei Planeten" von Kurd Lasswitz. Sein tieferes Interesse an der Raumfahrt wurde durch das Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen" von Hermann Oberth geweckt. So entstanden bereits 1928 erste Ideen zu einem Raketenflugzeug.

Die Promotionsschrift über „Raketenflug" wurde abgelehnt. So promovierte er mit einem klassischen Thema aus der Luftfahrt über die Statik von Fachwerkflügeln. Teile der abgelehnten Dissertation veröffentlichte Sänger dann als Buch unter dem Titel „Raketenflug". Dieses Werk wurde schließlich neben den Büchern von Hermann Oberth und Walter Hohmann zu einem Klassiker der Raumfahrtliteratur.

Schon als Assistent an der Technischen Hochschule in Wien begann er mit flüssigen Treibstoffen und Hochdruckraketendüsen zu experimentieren.

Bereits 1935 wurde das deutsche Reichsluftfahrtministerium auf Sänger aufmerksam und so zog er 1936 nach Deutschland. Hier gründete und leitete er die Reichstechnische Forschungsstelle Trauen in der Lüneburger Heide. Ab 1942 arbeitete er in der Versuchsanstalt für Segelflug in Ainring an Staustrahltriebwerken, auch Ramjet genannt. In jener Zeit arbeitete er an dem Projekt einer Raumfähre, die er „Raumboot" nannte.

Nach dem Zweiten Weltkrieg ging Sänger nach Frankreich. Hier arbeitete er für verschiedene Flugzeugfirmen. Im Jahr 1951 wurde er Gründungspräsident der Internationalen Astronautischen Föderation (IAF).

Seine Projektideen zum Photonenantrieb für interplanetare und interstellare Raumflüge ließen ihn nicht mehr los. Er errechnete, dass die Reisen zu fernen Sonnensystemen zeitlich machbar wären.

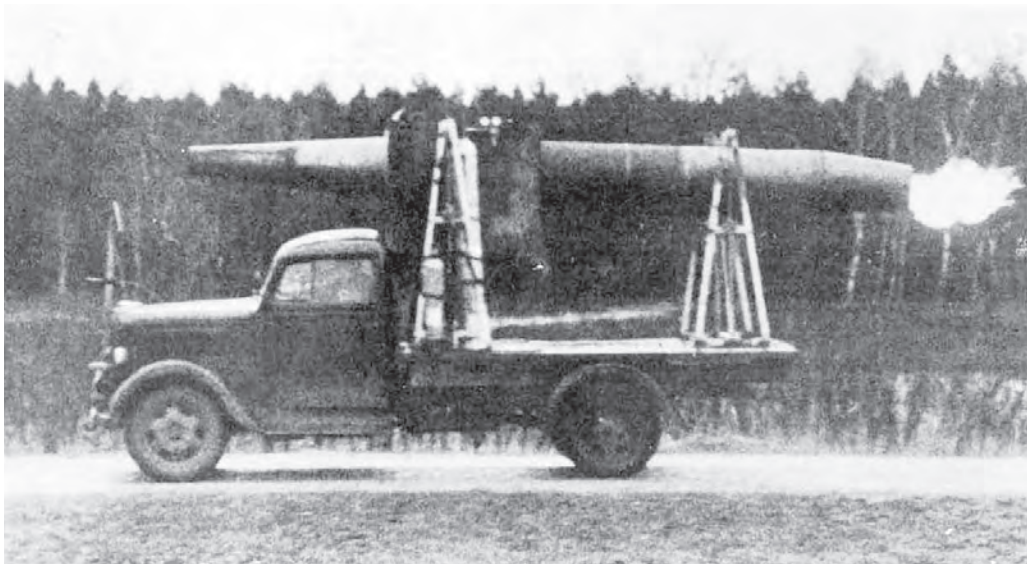
Von 1954 bis 1961 fungierte Sänger als Direktor des Instituts für Physik und Strahlenantriebe der Universität Stuttgart. In dieser Zeit baute er auch das Raketenversuchsgelände in Lampoldshausen auf. Dieses Testgelände ist noch heute ein wichtiger integraler Bestandteil der europäischen Raumfahrtaktivitäten.

Zudem gebührt ihm die Ehre, den ersten deutschen Lehrstuhl für Raumfahrt an der Technischen Universität Berlin gegründet zu haben.

Verheiratet war Sänger mit seiner ehemaligen Assistentin und Mathematikerin Irene Bredt, die seit den dreißiger Jahren ebenfalls auf dem Gebiet der Raketentechnik und Weltraumforschung arbeitete.

Eugen Sänger verstarb an den Folgen eines Herzinfarktes während einer Vorlesung am 10. Februar 1964 in Berlin. Neben vielen nationalen und internationalen Auszeichnungen wurde auch ein Mondkrater auf den Namen Sänger getauft. Mit dem Raumfahrt-Theoretiker und –Experimentator verlor die Raumfahrtbranche einen ihrer führenden Vordenker. Eugen Sänger dachte die Raumfahrt-Zukunft voraus.

Dr. Frank-E. Rietz



Eines der ersten Staustrahltriebwerke auf einem Opel-Lastwagen. *Fotos: Archiv Dr. Rietz*

Kalenderblatt: 21. März 1894

125. Geburtstag von Rudolf Nebel

In Weißenburg, Bayern, erblickte ein Mann das Licht der Welt, der Zeit seines Lebens mit der Raketentechnik und Raumfahrt verbunden war: Rudolf Nebel. Er gilt als einer der Gründerväter der Raumfahrt.

Sein Studium musste er an der Technischen Universität in München während des Ersten Weltkrieges unterbrechen, schloss dann 1919 als Diplom-Ingenieur das Studium ab. Seine erste Anstellung fand er bei Siemens als Oberingenieur. Zudem beteiligte er sich in den zwanziger Jahren an einer Feuerwerksfabrik in Pulsnitz.

Dem von Johannes Winkler 1927 gegründeten „Verein für Raumschifffahrt" trat Nebel 1929 bei, als dieser seinen Vereinssitz von Breslau nach Berlin verlegte. Im gleichen Jahr baute er gemeinsam mit Hermann Oberth eine Flüssigkeitsrakete, die zu Reklamezwecken für den ersten Raumfahrtfilm diente, dem Ufa-Film „Frau im Mond" von Regisseur Fritz Lang. Die Rakete wurde allerdings zur Filmpremiere nicht fertig.

Umtriebig war Nebel nach wie vor. Am 27. September 1930 erhielt er ein Gelände im Norden von Berlin amtlich überschrieben. Dies wird auch als die Geburtsstunde des „Raketenflugplatzes Berlin" genannt. Dieser verbarg sich hinter Hügeln, denn bis 1918 wurde das Gelände vom preußischen Kriegsministerium als Munitionstestgelände genutzt. Nebel nahm als Leiter des weltweit ersten Raketenflugplatzes emsig sofort die Geschäfte auf. Mit Briefkopf-Schreiben „Raketenflugplatz Berlin" bat er Firmen und Behörden um finanzielle Unterstützung. Durch seine Umtriebigkeit erreichte er, dass Werkzeuge, Rohre und Maschinen gespendet wurden. Auch Mitarbeiter konnten gewonnen werden, so u.a. der junge Wernher von Braun. Dem Nebel-Team gelang es dann, einige Raketen vom Typ „Mirak" (Minimum-Rakete) zu starten.

Nach dem Zweiten Weltkrieg widmete er sich der Vortragstätigkeit und war wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gesellschaft für Weltraumforschung. Seine autobiographischen Erlebnisse schrieb er in dem Buch „Die Narren von Tegel" nieder. Nebel verstarb 84-jährig 1978 und wurde in seiner Heimatstadt Weißenburg beigesetzt.

Rudolf Nebel hat das Verdienst, seit den Anfängen der Raketentechnik und Raumfahrt als unermüdlicher Propagandist in der Öffentlichkeit für den Flug ins Weltall geworben zu haben. In der Haupthalle des Flughafens Berlin-Tegel befindet sich ein Relief-Porträt von Nebel.

Dr. Frank-E. Rietz

Raumfahrtpionier Rudolf Nebel mit dem Modell seiner Raumstation.

Rudolf Nebel (2. von links)I auf dem Raketenflugplatz mit dem 1:3 Modell der Magdeburger Pilotenrakete. Fotos: Archiv Dr. Rietz

Vom Weltraumfieber infiziert

Die seit etwa einem Jahrzehnt ehrenamtlich existierende Gruppe „Freunde der Raumfahrt Schmarl/Groß Klein Rostock" plant in enger Zusammenarbeit mit dem Sammlerverein Hansephil e.V. einschließlich vieler weiterer Interessentinnen und Interessenten auch für das Jahr 2019 wiederum eine Reihe von öffentlichen Veranstaltungen. Anlässlich des 50. Jahrestages der ersten Landung eines Menschen auf dem Mond wird dieses Thema übergreifend für alle geplanten Aktivitäten die dominierende Rolle spielen.

Ausgangspunkt der Aktivitäten waren vor etwa einem Jahrzehnt kleinere Angebote von wenigen Interessenten im Stadtteil Schmarl. Seit dieser Zeit entwickelte sich sowohl die Größe der Gruppe als auch die Größe und Häufigkeit der Veranstaltungen. So beteiligen sich zurzeit Interessierte aus mehreren Stadtteilen sowie auch aus Orten außerhalb Rostocks.

Besonderes Augenmerk wurde von Anfang an auf die aktive Einbeziehung von Kindern und Jugendlichen gelegt. So wurden z.B. in Absprache mit den jeweiligen Bildungsträgern Veranstaltungen in der Freien Schule Bröbberow, im Rostocker Freizeitzentrum, in der evangelischen Grundschule Kavelsdorf, in der Grundschule Schmarl und in mehreren Stadtteilzentren organisiert und durchgeführt.

Anhand von Kinderzeichnungen, Bastelarbeiten und schriftlichen Aufsätzen zu individuellen Vorstellungen zur Entwicklung der Raumfahrt zeigen sich sowohl das Wissen als auch das Interesse am großen Thema Weltraum und Raumfahrt.

Herausragende Ereignisse der umfangreichen ehrenamtlichen Tätigkeiten der Gruppe waren die Besuche und Auftritte des ersten Deutschen im All, Kosmonaut Dr. Sigmund Jähn, sowie des Astronauten Dr. Thomas Reiter im Stadtteil Schmarl.

Wie bereits eingangs erwähnt spielt die Zusammenarbeit der Freunde der Raumfahrt mit mehreren Vereinen und Einrichtungen eine sehr bedeutende Rolle. Insbesondere sei hier die enge Kooperation mit dem Sammlerverein Hansephil e.V. angeführt. Auf unzähligen der kleinen Kunstwerke „Briefmarke" wird die weltweite Bedeutung des Themenkreises international dargestellt. Das vermittelt nicht nur Wissen sondern regt auch zum Sammeln von Briefmarken und entsprechenden Belegen an.

Angeregt durch die Popularisierung des Themas Weltraumfahrt erhielten die „Freunde der Raumfahrt" umfangreiches gesammeltes Material von ebenfalls Raumfahrtbegeisterten übergeben. Viele dieser Exponate werden bei Veranstaltungen einbezogen und öffentlich präsentiert.

Ihren Bildungsauftrag sehen die Freunde der Raumfahrt u.a. darin, dass sie Schülerinnen und Schülern z.B. bei der Anfertigung von Belegarbeiten sachliche Unterstützung geben.

Erwähnt werden müssen unbedingt die unterstützenden Maßnahmen der Freunde der Raumfahrt durch die ESA und die einzige deutsche Fachzeitschrift „Raumfahrt Concret".

Vielleicht könnte mittels der Publikationsorgane ein Erfahrungsaustausch mit gleichgesinnten Vereinen oder auch Einzelpersonen angeregt werden. Die „Freunde der Raumfahrt Schmarl/Groß Klein" bedanken sich bei allen, die diese umfangreiche ehrenamtliche Tätigkeit unterstützen!

Hannah Bul (links) und Charlotte Weinberg aus der Integrativen KITA Regenbogen Rostock Schmarl tauften den kleinen sprechenden Roboter auf den Namen „Astro-Alex" – natürlich mit Urkunde und Taufwasser! Foto: Horst Jann

Hartmut Lindner, Freunde der Raumfahrt Schmarl/Groß Klein
Horst Jann, Pressesprecher Hansephil e.V.

Rege Beteiligung am 4. Kinder-Raumfahrttag, am 19. 10. 2018 im Haus 12 in Rostock Schmarl. Foto: RC/Habricht

Missionsreport ISS Expeditionscrew 56

3. Juni – 4. Oktober 2018
Von Michael Gräfe

Die Mannschaft: Drew Feustel (vorne links) und Alexander Gerst. Dahinter (von links): Oleg Artemjew, Ricky Arnold, Sergej Prokopew sowie Serena Auñón-Chancellor.

BESATZUNG
EC-55/56
Andrew J. FEUSTEL - USA; 52/53 Jahre; ISS-Kommandant und Sojus-Bordingenieur; 3. Raumflug; vorher: STS-125/HST SM-4 (2009), STS-134/ISS-ULF-6 (2011)
Oleg G. ARTEMJEW - Russland; 47 Jahre; ISS-Flugingenieur und Sojus-Kommandant; 2. Raumflug; vorher: Sojus TMA-12M/ ISS-EC-39/40 (2014)
Richard R. ARNOLD II - USA; 54 Jahre; ISS-Flug- und Sojus-Bordingenieur; 2. Raumflug; vorher: STS-119/ISS-15A (2009)
Rufzeichen: Gawaji (Hawaii)
Start: 21. März 2018, 17:44:23; Raumschiff Sojus MS-08 / 7K-MS Nr. 738 (ISS-Flug 54S);
Trägerrakete: Sojus-FG; Startort: Baikonur/Kasachstan, Platz Nr. 1, Startrampe PU-5
Kopplung: 23. März 2018, 19:40:19 an Modul Poisk
Abkopplung: 4. Okt. 2018, 07:57:32 von Modul Poisk
Landung: 4. Okt. 2018, 11:44:38; Raumschiff Sojus MS-08 / 7K-MS Nr. 738; 152 km südöstlich Dsheskasgan/Kasachstan bei 47° 19' 20'' N (*) und 69° 36' 27'' O (*)
Orbits: 3.152
Flugstrecke: 134,2 Mio. km
Flugdauer: 196 d 18 h 00 min 15 s

EC-56/57
Sergej W. PROKOPJEW - Russland; 43 Jahre; ISS-Flugingenieur und Sojus-Kommandant; 1. Raumflug
Alexander GERST - Deutschland/ESA; 42 Jahre; ISS-Flug- und Sojus-Bordingenieur; 2. Raumflug; vorher: Sojus TMA-13M/ ISS-EC-40/41 (2014)
Serena M. AUNON-CHANCELLOR - USA; 42 Jahre; ISS-Flug- und Sojus-Bordingenieur; 1. Raumflug
Rufzeichen: Altaj (Altai)
Start: 6. Juni 2018, 11:12:40; Raumschiff Sojus MS-09 / 7K-MS Nr. 739 (ISS-Flug 55S);
Trägerrakete: Sojus-FG; Startort: Baikonur/Kasachstan, Platz Nr. 1, Startrampe PU-5
Kopplung: 8. Juni 2018, 13:01:08, an Modul Rasswet
Abkopplung: 20. Dez. 2018, 01:40:22 von Modul Rasswet
Landung: 20. Dez. 2018; 05:02:49; Raumschiff: Sojus MS-09/ 7K-MS Nr. 739; 147 km südöstlich Dsheskasgan/Kasachstan bei 47° 29' 32'' N und 69° 41' 41'' O
Orbits: 3.152
Flugstrecke: 134,2 Mio. km
Flugdauer: 196 d 17 h 50 min 41 s

BACKUP-CREWS
Alexej N. Owtschinin (RUS) für Oleg G. Artemjew
Tyler N. Hague (USA) für Andrew J. Feustel und Richard R. Arnold II
Oleg D. Kononenko (RUS) für Sergej W. Prokopjew
David Saint-Jacques (CAN) für Alexander Gerst
Anne C. McClain (USA) für Serena M. Aunon-Chancellor

VERSORGUNGSFAHRZEUGE
Progress MS-08 / 7K-TGM Nr. 438 (ISS-Flug 69P)
Start: 13. Feb. 2018, 08:13:33; Trägerrakete: Sojus 2-1a; Startort: Baikonur/Kasachstan, Platz Nr. 31, Startrampe PU-6; Frachtmenge: 2.494 kg; Kopplung: 15. Feb. 2018, 10:38:42 an Modul Swesda; Abkopplung: 23. Aug. 2018, 02:16:01 (*); Verglüht: 30. Aug. 2018, 02:07

Cygnus OA/NG-9 SS J. R. Thompson
Start: 21. Mai 2018, 08:44:10; Trägerrakete: Antares 230; Startort: Mid-Atlantic Regional Spaceport (MARS), Wallops Island/Virginia, USA, Startrampe LA-0A; Frachtmenge: 3.268 kg; von Robotarm gegriffen: 24. Mai 2018, 09:26; mit Robotarm angedockt: 24. Mai 2018, 12:13 an Modul Unity/Nadir; mit Robotarm abgedockt: 15. Juli 2018, 10:04; von Robotarm freigesetzt: 15. Juli 2018, 12:36; Verglüht: 30. Juli 2018, 21:17

Dragon CRS-15 / SpX-15
Start: 29. Juni 2018, 09:42:42; Trägerrakete: Falcon 9 v1.2; Startort: Cape Canaveral Air Force Station, Florida/USA, Startkomplex SLC-40; Frachtmenge zur ISS: 2.697 kg; von Robotarm gegriffen: 2. Juli 2018, 10:54; mit Robotarm angedockt: 2. Juli 2018, 13:52 an Modul Harmony/Nadir; von Robotarm abgedockt: 3. Aug. 2018, 14:37; von Robotarm freigesetzt: 3. Aug. 2018, 16:38; Frachtmenge von ISS: 1.814 kg; Wasserung: 3. Aug. 2018, 22:17, 750 km südwestlich Los Angeles/Kalifornien

Progress MS-09 / 7K-TGM Nr. 439 (ISS-Flug 70P)
Start: 9. Juli 2018, 21:51:34; Trägerrakete: Sojus 2-1a; Startort: Baikonur/Kasachstan, Platz Nr. 31, Startrampe PU-6; Frachtmenge: 2.566 kg; Kopplung: 10. Juli 2018, 01:30:46 an Modul Pirs; Abkopplung: 25. Jan. 2019, 12:55; Verglüht: 25. Jan. 2019, 16:50

HTV-7 Kounotori 7
Start: 22. Sep. 2018, 17:52:27; Trägerrakete: H-2B; Startort: Tanegashima/Japan, Startrampe Yoshinobu LP-2; Frachtmenge: 6.200 kg; von Robotarm gegriffen: 27. Sep. 2018, 11:34; mit Robotarm angedockt: 27. Sep. 2018, 14:09 an Modul Harmony/Nadir; mit Robotarm abgedockt: 7. Nov. 2018, 11:32; von Robotarm freigesetzt: 7. Nov. 2018, 16:51; Verglüht: 10. Nov. 2018, 21:41; Ausstoß Rückkehrkapsel: 10. Nov. 2018, 21:24; Frachtmenge von der ISS: 20 kg; Wasserung Rückkehrkapsel: 10. Nov. 2018, 22:06, nahe Ogasawara-Archipel/Japan

ANGEDOCKTE RAUMFAHRZEUGE
Modul Swesda/Heck: 15. Feb. bis 23. Aug. 2018 Progress MS-08
Modul Pirs: 10. Juli 2017 bis 25. Jan. 2019 Progress MS-09
Modul Poisk: 23. März bis 4. Okt. 2018 Sojus MS-08
Modul Rasswet: 8. Juni bis 20. Dez. 2018 Sojus MS-09
Modul Harmony/Nadir: 2. Juli bis 3. Aug. 2018 Dragon **CRS-15** 27. Sep. bis 7. Nov. 2018 HTV-7
Modul Unity/Nadir: 24. Mai bis 15. Juli 2018 Cygnus OA/NG-9

BAHNMANÖVER
23. Juni 2018: Bahnanhebung um 0,7 km auf 404,9 km mittlere Bahnhöhe; Triebwerke: Progress MS-08; Brenndauer: 3 min 28 s
10. Juli 2018: Bahnanhebung um 0,09 km auf 404,9 km mittlere Bahnhöhe; Triebwerke: Cygnus OA/NG-9; Brenndauer: 50 s
26. Juli 2018: Bahnanhebung um 0,7 km auf 405,5 km mittlere Bahnhöhe; Triebwerke: Progress MS-08; Brenndauer 3 min 19 s
6. Sep. 2018: Bahnanhebung um 0,35 km auf 405,5 km mittlere Bahnhöhe; Triebwerke: Swesda; Brenndauer: 13 s
20. Sep. 2018: Bahnanhebung um 0,49 km auf 405,7 km mittlere Bahnhöhe; Triebwerke: Swesda; Brenndauer: 17 s

Alle Zeitangaben in UTC

(*) Daten gegenüber ISS-Missionsreport EC-55 (RC-104/105) aktualisiert

Der 17,5 m lange Canadarm2 empfängt ein neues SpaceX-Frachtraumschiff.

Arabidopsis-Pflanzen im europäischen Columbus-Modul. Fotos: NASA

MISSIONSABLAUF

Nach dem Ablegen des Raumschiffes Sojus MS-07, das am 3. Juni mit Anton Schkaplerow (Russland), Scott Tingle (USA) und Norishige Kanai (Japan) an Bord zur Erde zurückkehrte, begann für die auf dem Orbitalkomplex verbliebenen drei Raumfahrer Oleg Artemjew (Russland) sowie Drew Feustel und Ricky Arnold (beide USA) die ISS-Expedition 57. Das Kommando hatte der US-Amerikaner Feustel vom Russen Schkaplerow übernommen.

Mit der Ankunft von Sojus MS-09 am 8. Juni wurde wieder die sechsköpfige Sollstärke erreicht. Die Besatzung des zwei Tage zuvor in Baikonur gestarteten Raumschiffs bestand aus dem Russen Sergej Prokopjew, der US-Amerikanerin Serena Aunon-Chancellor sowie dem deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst. Sie war in den Monaten zuvor mehrfach verändert worden und Gerst musste sich wiederholt an neue Mannschaftskollegen gewöhnen. Zunächst trainierte er gemeinsam mit Kosmonaut Alexander Samokutjajew und der NASA-Astronautin Jeanette Epps für den Flug. Im Oktober 2016 wurde der aus gesundheitlichen Gründen aus dem Kosmonautenkorps ausgeschiedene Samokutjajew durch Anton Schkaplerow ersetzt. Doch bereits im März 2017 musste dieser in die Flugbesatzung von Sojus MS-07 wechseln, um dort die Stelle des Trainingsverletzten Alexander Skworzow einzunehmen. Somit bekam Gerst im April 2017 mit Sergej Prokopjew bereits den dritten Sojus-Kommandanten zur Seite gestellt. Als im Januar 2018 dann auch noch Jeanette Epps ohne nähere Begründung aus der Mannschaft genommen wurde, war Gerst schließlich der einzige Verbliebene der Ursprungs-Crew. An seiner Bestimmung änderte das nichts: In den Verlauf der von ihm „Horizons" getauften Mission fiel die Abarbeitung von 65 Experimenten (darunter 41 deutschen) und die Übernahme des Kommandos der 57. ISS-Expeditionscrew im Oktober 2018.

Nach einem Außeneinsatz (14. Juni) von Feustel und Arnold fingen beide am 2. Juli mit dem Greifarm den drei Tage zuvor gestarteten SpaceX-Frachter Dragon SpX-15 ein und dockten ihn an das Harmony-Modul. Er brachte u. a. das Experiment ECOSTRESS (ECOsystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station), das am 6. Juli mit dem ISS-Greifer auf die Außenplattform des japanischen Kibo-Moduls montiert wurde. Seine Aufgabe: Messung von Pflanzentemperaturen auf der Erde, um daraus Rückschlüsse auf ihren jeweiligen Wasserbedarf ziehen zu können. Ebenfalls mit an Bord: CIMON (Crew Interactive Mobile CompanioN), ein im Auftrag des DLR von Airbus in Friedrichshafen gebauter medizinballgroßer und 5 kg schwerer Astronauten-Assistent, der mit einem Propeller umherfliegen und Experimente dokumentieren kann. Der stets ein freundliches Display-Gesicht zeigende Roboter soll Alexander Gerst unterstützen und ihm Gesprächspartner sein.

Bereits am 10. Juli kam beim erstmaligen Stationsanflug einer Progress-Kapsel nach lediglich zwei Orbits neuer Nachschub. Zur Ladung von Progress MS-09 gehörte auch ein zweiter Orlan-MKS-Raumanzug.

Noch am selben Tag gab es eine weitere Premiere: Die Umlaufbahn der ISS wurde erstmals durch die Triebwerke eines kommerziellen Cygnus-Frachters angehoben.

Im Verlaufe der nächsten sechs Wochen verließen drei der vier angedockten Frachtkapseln die Station: Den Anfang machte am 15. Juli Cygnus, die mit drei Tonnen Müll an Bord durch den von Alexander Gerst und Serena Aunon-Chancellor bedienten Canadarm-2 vom Modul Unity abgekoppelt wurde. Ihr folgte am 3. August die Dragon-Kapsel SpX-15, die noch am gleichen Tag wohlbehalten im Pazifik wasserte. Den Schluss bildete nach einem Außenbordmanöver des Kosmonautenduos Artemjew/Prokopjew (15. August) am 23. August der Raumfrachter Progress MS-08, der sieben Tage später in der Erdatmosphäre verglühte.

Für Aufregung sorgte am 30. August ein Druckabfall in der Station. Die Crew wurde angewiesen, nach dem vermuteten Leck zu suchen und entdeckte es schließlich in der Orbitalsektion des Raumschiffes Sojus MS-09. Es handelte sich um ein zwei Millimeter großes Loch, das von einer Bohrung herzurühren schien, deren Ursache völlig unerklärlich war. Artemjew und Prokopjew verschlossen die undichte Stelle zunächst provisorisch mit Polyamid-Klebeband und versiegelten sie anschließend mit Epoxid-Harz. Bis zum Abschluss der sofort eingeleiteten Untersuchungen vereinbarten NASA und Roskosmos Stillschweigen zu dem Vorfall.

Auf die Funktionalität der betroffenen Sojus-Kapsel hatte das Malheur glücklicherweise keine Auswirkungen. Die Orbitalsektion dient lediglich bis zur ISS-Kopplung als Aufenthaltsraum. Bei der Rückkehr zur Erde wird sie von der Landekapsel abgesprengt und endet als Feuerball in der Atmosphäre.

Am 27. September fingen Feustel und Aunon-Chancellor mit dem ISS-Greifer den fünf Tage zuvor gestarteten japanischen Raumfrachter HTV-7 ein und dockten ihn an das Harmony-Modul. Neben wissenschaftlichem Nachschub befand sich unter der Ladung auch ein zweites Six-Pack Lithium-Ionen-Batterien zur weiteren Umrüstung der acht ISS-Stromkanäle, mit der im Januar 2017 begonnen worden war. Sie sind kleiner und leistungsstärker als die bislang zur Energiespeicherung verwendeten Nickel-Wasserstoff-Batterien und sollen bei zwei künftigen Weltraumausstiegen montiert werden. Sie wurden am 28. September bodengesteuert entladen und am Mobilen Transporter zwischengelagert.

Mit der Abreise des Trios Artemjew/Feustel/Arnold am 4. Oktober im Raumschiff Sojus MS-08 ging die 56. ISS-Expedition zu Ende. Auf der Station übernahm Alexander Gerst das Kommando und flog zusammen mit Sergej Prokopjew sowie Serena Aunon-Chancellor als Expeditionscrew 57 weiter.

AUSSENBORDAKTIVITÄTEN

EVA-1

Datum: 14. Juni 2018, 12:06 bis 18:55
Dauer: 6 h 49 min
Schleuse: Quest (132. EVA)
Raumanzüge: EMU-3003 (EV1/42. Einsatz), EMU-3006 (EV2/33. Einsatz)
Raumfahrer: Richard R. Arnold II (EV1/5. EVA), Andrew J. Feustel (EV2/9. EVA)

Im Verlaufe dieses 400. Außenbordmanövers in der Geschichte der bemannten Raumfahrt sollten Ricky Arnold und Drew Feustel zwei HD-Kameras an der Bugsektion des Moduls Harmony installieren. Mit ihnen können demnächst präzise Bilder vom Anflug und Andocken der künftigen privaten US-Raumschiffe Dragon 2 bzw. CST-100 Starliner übertragen werden. Dazu musste das Duo zunächst mehrere Kabel von einem Verteilerkasten am Destiny-Modul über dieses hinweg und entlang des Moduls Harmony ziehen. Danach ging es zurück zur Schleuse, um die Kameras zu holen. Anschließend montierten die beiden je einen Ausleger samt Kamera und schlossen die verlegten Strom- und Datenkabel an. Damit fertig, ließ sich Arnold auf dem Canadarm-2 zum S1-Gitter tragen und ersetzte dort ein defektes Kamerasystem. Feustel wiederum schwebte zu Japans Kibo-Modul und schloss auf dessen Außenpalette JEM-EF (Japanese Experiment Module – Exposed Facility) die offen stehende Luke des im Oktober 2017 ausgefallenen Laser-Experiments zum Atmosphären-Studium CATS (Cloud-Aerosol Transport System). Letzte Aufgabe beim Jubiläumsausstieg war die Sicherung von Ausrüstung auf der externen Plattform Express Logistics Carrier (ELC)-2 am S3-Truss.

EVA-2

Datum: 15./16. Aug. 2018, 16:17 bis 00:03
Dauer: 7 h 46 min
Schleuse: Pirs (50. EVA)
Raumanzüge: Orlan MKS-5 (EV1/1. Einsatz), Orlan MKS-4 (EV2/3. Einsatz)
Raumfahrer: Oleg G. Artemjew (EV1/3. EVA), Sergej W. Prokopjew (EV2/1. EVA)

Zunächst setzten die beiden Kosmonauten per Hand vier russische Mini-Satelliten im All aus. Danach begannen sie an der Swesda-Backbordseite mit der Montage und Verkabelung des 200 kg schweren Antennensystems für das deutsch-russische Gemeinschaftsexperiment ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space), das im Februar mit Progress MS-08 zur ISS geflogen worden war. Mit der aus drei bis zu zwei Meter langen Empfangs- sowie einer 1,2 Meter langen Sendeeinheit bestehenden Anlage wollen Wissenschaftler vom All aus Tierwanderungen auf der Erde beobachten und die gewonnenen Daten für den Artenschutz nutzen. Die Arbeiten erwiesen sich als äußerst mühselig, sodass Artemjew und Prokopjew nach erfolgreicher Montage über 90 Minuten hinterm Zeitplan lagen. Das ging zu Lasten der verbliebenen Aufgaben. Die Bergung zweier Probenbehälter von der Pirs-Schleuse konnte noch durchgeführt werden. Das geplante Einholen zweier weiterer Experimente vom Modul Poisk musste hingegen ausfallen.

ISS-EVA-STATUS

(Stand: 16. Aug. 2018)
EVA-Anzahl: 212
Gesamt-EVA-Dauer: 55 d 07 h 16 min
EVA-Astronauten: 127
(83 x USA, 30 x RUS, je 3 x CAN, GER, JPN, 2 x FRA, je 1 x GBR, ITA, SWE)

80. Geburtstag des Alt-Präsidenten der Leibniz-Sozietät Prof. Dr. Dieter B. Herrmann

Mehr als 160 Gäste aus Politik, Wissenschaft und Kultur, darunter zahlreiche Mitglieder der Leibniz-Sozietät würdigten am 9. Januar 2019 in der Berliner Archenhold-Sternwarte den Jubilar.

Die Reihe der Grußworte eröffnete Dr. Klaus Lederer, Berlins Senator für Kultur und Europa. In seiner sehr persönlich gehaltenen Rede betonte er besonders die Aktivitäten des Jubilars auf dem Gebiet der Vermittlung von Wissen an breite Bevölkerungskreise.

Professor Dr. Gerhard Banse, Präsident der Leibniz-Sozietät, ging in seinem Grußwort auf die Biographie des Jubilars ein und betonte besonders dessen Forschungsaktivitäten: „Intensiv, akribisch und nachhaltig hat sich unser Jubilar mit eigenen Arbeiten hoffnungstragenden Gebieten der Astronomie, deren Geschichte und der Geschichte der Wissenschaft auf einem hohem multidisziplinären Anspruchsniveau zugewandt."

Die Vorstandsvorsitzende der Urania, Gabriele Thöne, bekannte sich zur Suche nach Wahrheit als einer zentralen Aufgabe, auch in der Vermittlung. Dazu brauche es „Brückenbauer". Zu ihnen „zählen Menschen wie dereinst Alexander von Humboldt, in Folge die Gründer der Urania Berlin, die Astronomen Meyer und Foerster und – hier und heute – Dieter B. Hermann."

Der Vorstand der Stiftung und Direktor des Zeiss-Großplanetariums Berlin, Tim Florian Horn *(Foto)*, zeigte historische Bilder und einen kleinen Ausschnitt aus einer der Fernsehsendungen „Astro Live" mit dem Jubilar als Moderator.

Foto: Dietmar Linke

Interessant war auch das von Horn präsentierte Protokoll über eine Beratung der Leitungen von Archenhold-Sternwarte und Wilhelm-Förster-Sternwarte vom 22. August 1990. Dabei ging es um erste Schritte einer koordinierten Zusammenarbeit nach dem Fall der Berliner Mauer.

Abschließend lief ein kurzer Film von Eckehard Rothenberg, dem ehemaligen technischen Leiter der Sternwarte, der den Überflug über das Gelände der Sternwarte mit einem Quadrocopter aufgenommen hatte. Der Film ist auf der Website des Fördervereins der Archenhold-Sternwarte (www.astw.de) zu sehen.

Der Jubilar überreichte allen Gästen eine kleine Dankesgabe in Form einer neuen Studie „Über die Lebenserwartung von Astronomen". Die gegenüber der Durchschnittbevölkerung bei Astronomen festgestellte um rd. 10 Jahre höhere mittlere Lebenserwartung bewertet die Studie allerdings als Sozialindikator. Sie schließt daher mit der Feststellung: „Wer also gern ein möglichst hohes Lebensalter bei guter Gesundheit erreichen möchte, der braucht nicht eigens zu diesem Zweck die mühsame Laufbahn eines Sternforschers einzuschlagen. Er muss nur der richtigen sozialen Schicht angehören. Ist dies nicht der Fall, würde er es höchstwahrscheinlich auch nicht in den Klub der bedeutenden Astronomen schaffen."

Sabine Heinz

Anzeige

Sonderheft zum nordkoreanischen Raketenprogramm

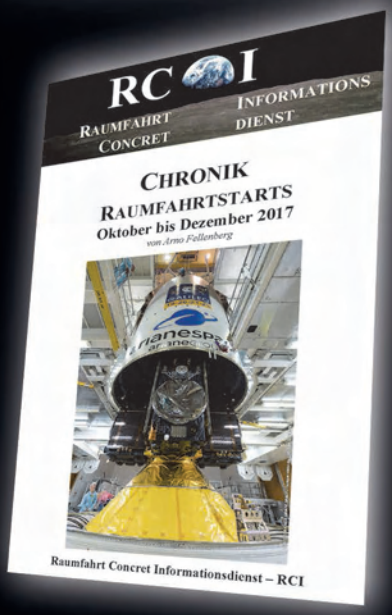
Broschüre,
Format: A-4, 28 Seiten, 8,00 Euro.

Direkt oder über unseren Shop bestellen.

Aus dem Startkalender 2019

Start	Land	Trägerrakete	Hersteller	Nutzlast	Auftraggeber	Mission	Startort
30.03.	CHN	CZ-3B	CALT	Tianlian-2-01	CAST	Relay-Satellit	Xichang
01.04.	IND	PSLV	ISRO	Emisat/Lemur-2 (4)	ISRO/Spire	Aufklärung/Komm.	Sriharikota
04.04.	RUS	Sojus 2.1a	Progress, Samara	Progress MS-11	Roskosmos	ISS Versorgung	Baikonur
04.04.	ESA	Sojus ST-B	Progress, Samara	O3b F5	SES	4 Kommunikationssat.	Kourou
07.04.	USA	Falcon Heavy	SpaceX	Arabsat 6A	Arabsat KSA	Kommunikation	Cape Canave
17.04.	USA	Antares 230	Orbital ATK	Cygnus CRS-11 (NG11)	NASA	ISS-Versorgung	Wallops Islar
25.04.	USA	Falcon 9	SpaceX	SpaceX CRS 17	NASA	ISS Versorgung	Cape Canave
April	IND	GSLV	ISRO	Chandrayaan 2	ISRO	Mondlander/Rover	Sriharikota
April	IND	PSLV	ISRO	Cartosat-3/30 Cubes	ISRO/div. AG	Erdbeobachtung	Sriharikota
April	USA	Launcher One	TSC	Mass Simulator	Virgin Orbit	Orbital Test	Mojave (B74
16.05.	USA	Falcon 9	SpaceX	Radarsat Const. 1-3	CSA/MDA	Erdbeobachtung	Vandenberg
17.05.	RUS	Proton	Chrunichev	Blagovest 14L	MORF	Militär. Komm.	Baikonur
27.05.	USA	Falcon 9	SpaceX	Amos 17	Spacecom IL	Kommunikation	Cape Canave
31.05.	RUS	Proton	Chrunichev	Yamal 601	Gasprom Space Sys.	Kommunikation	Baikonur
Mai	RUS	Proton	Chrunichev	Eutelsat 5WB/MEV1	Eutelsat/Grumman	Kommunikation	Baikonur
Mai	RUS	Sojus 2.1b	Progress, Samara	Glonass M	MORF	Navigation	Plessetzk
Mai	USA	Launcher One	TSC	STP-27VP (10 CubeS.)	div. AG	div. Anwendungen	Mojave (B74
Mai	USA	Falcon 9	SpaceX	Starlink	SpaceX	Internet	Cape Canave
Mai	USA	Pegasus XL	Orbital ATK	ICON	NASA	Erdatmosphäre	Cape Canave
Mai	IND	PLSV	ISRO	Risat-2BR1	MoD	Aufklärung	Sriharikota
01.06.	USA	Launcher One	TSC	ELaNa XX	div. AG	12 Kleinsatelliten	Mojave (B74
21.06.	RUS	Proton	Chrunichev	Spektr-RG	IKI/DLR	Astronomie	Baikonur
27.06.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	AEHF 5	DoD	Militär. Komm.	Cape Canave
Juni	RUS	Sojus 2.1b	Progress, Samara	Arktika-M1	Rosgidromet	Wetter/Komm.	Baikonur
Juni	RUS	Sojus 2.1b	Progress, Samara	Meteor M2-2	Rosgidromet	Wettersatellit	Wostotschn
Juni	USA	Falcon Heavy	SpaceX	STP-2 (ca. 30 Sat.)	USAF/NSPO u.a.	Technolog, Forschung	Cape Canave
Juni	CHN	CZ-11	CALT	CAS 6	CAMSAT	Amateurfunk	Jiuquan
Juni	RUS	Rockot	Chrunichev	Gonets-M 14-16	Roskosmos	Kommunikation	Plessetzk
Juni	USA	Falcon 9	SpaceX	Crew Dragon	NASA	In Flight Abort Test	Cape Canave
Juni	CHN	CZ-4B	CALT	CBERS 4A	CRESDA/INPE	Erdbeobachtung	Taiyuan

Zusammenstellung: Bernd Ruttmann
Berichtstand: 29.03.2019



Liebe Leserinnen und Leser,

die Ergebnisse der Raumfahrtstarts können Sie dem seit Jahren bewährten Raumfahrt Concret Informationsdienst (RCI) entnehmen, der regelmäßig zum selben Termin wie RC erscheint und immer über das vorletzte Quartal berichtet. Hier werden die Nutzlasten und Missionsabläufe genau beschrieben. Die Texte sind durch Tabellen der Starts und Missionsbeendigungen ergänzt. Abbildungen der Nutzlasten runden das Bild ab.

RC-Abonnenten erhalten dieses Heft regelmäßig zum Sonderpreis. Das Bestellformular kann unter www.raumfahrt-concret.de heruntergeladen werden. Es genügt auch eine telefonische Bestellung in der RC-Redaktion.

Öffentlicher Aufruf „SILBERNER MERIDIAN"

EIN PREIS EUROPÄISCHER RAUMFAHRTVEREINE UND -FREUNDE

Die Verleihungsinitiative „Silberner Meridian" ruft die interessierte Öffentlichkeit auf, Vorschläge zur Nominierung für die Preisverleihung 2019 einzureichen.

Auszug aus der Satzung der Verleihungsinitiative

... Der Preis kann einmal jährlich an Einzelpersönlichkeiten, Gruppen oder Initiativen vergeben werden, die sich in besonderem Maße um die Darstellung der Faszination Raumfahrt und um die begeisternde Vermittlung raumfahrtwissenschaftlichen, -technischen oder -historischen Wissens sowie der völkerverständigenden Idee einer internationalen Zusammenarbeit im Kosmos verdient gemacht haben.
Der Preis wird durch die europäischen Raumfahrtvereine und Einzelpersönlichkeiten, die der Verleihungsinitiative beigetreten sind, nach öffentlichen Vorschlägen und anschließender Auswahl und Abstimmung im Beirat der Verleihungsinitiative vergeben. ...

... Das Vorschlagsrecht haben Einzelpersonen und Gemeinschaften wie z. B. Initiativen, Vereine, Schulen. ...

... Die Anzahl der Vorschläge, die sich auf einen Kandidaten beziehen, ist für die finale Auswahl des Preisträgers nicht ausschlaggebend.
Alle Vorschläge sind namentlich und mit einer schriftlichen Begründung einzureichen. ...

... Der Preis wird in der Form einer hochwertigen Anstecknadel und einer Verleihungsurkunde vergeben und ist nicht dotiert. ...

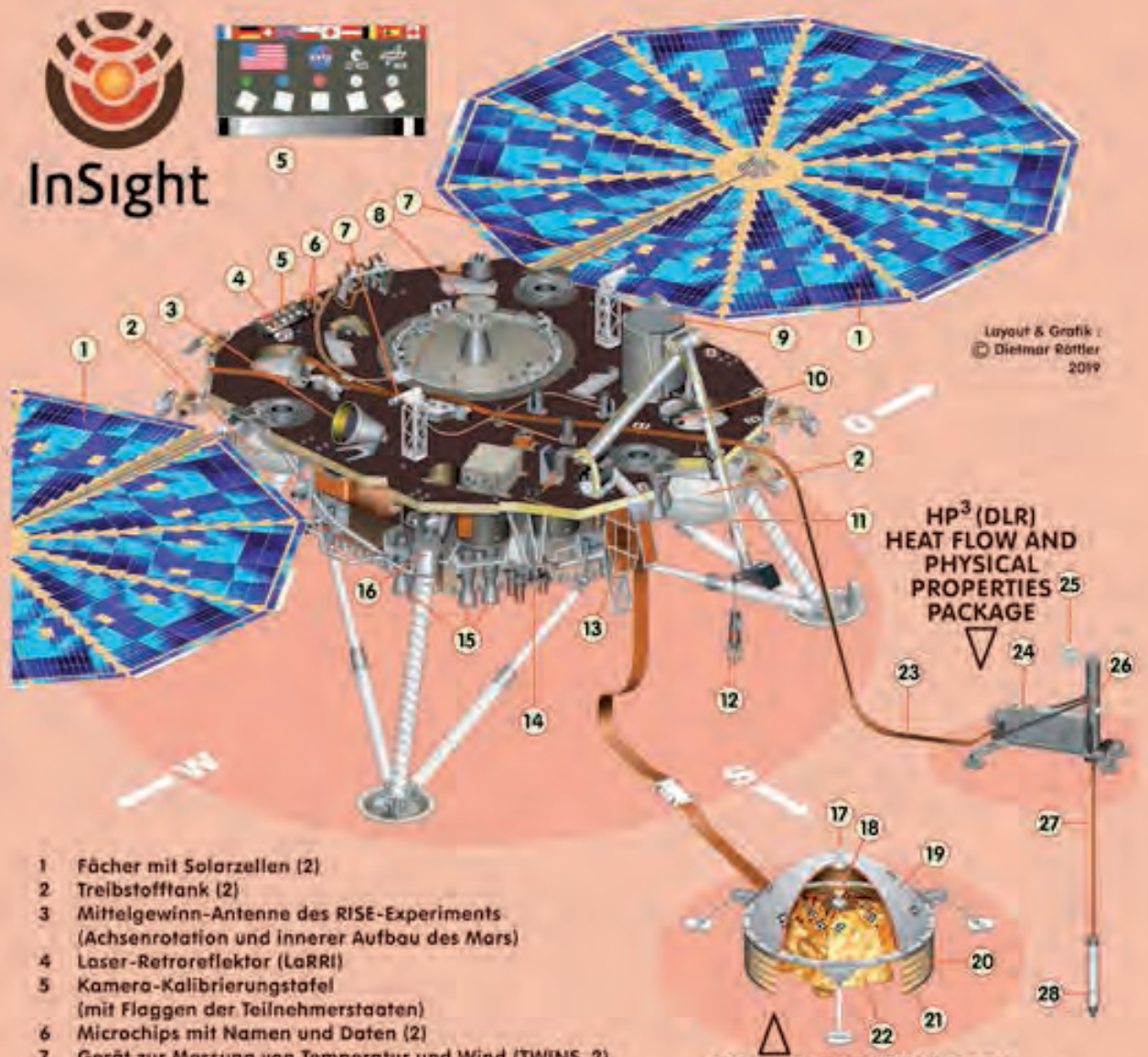
Bitte schicken Sie Ihren Vorschlag mit einer schriftlichen Begründung spätestens bis **30. Juni 2019** an:

Raumfahrt Concret
PF 101239
17019 Neubrandenburg
rcspace@t-online.de

Die Mitglieder der Verleihungsinitiative „Silberner Meridian" rufen alle Raumfahrtinteressierte auf, sich mit Vorschlägen am Nominierungsverfahren zu beteiligen und den „Silbernen Meridian" zu einem wahren und populären Publikumspreis zu machen.

We.
Create.
Space.
www.ohb.de
OHB

EREIGNIS WELTRAUM



1 Fächer mit Solarzellen (2)
2 Treibstofftank (2)
3 Mittelgewinn-Antenne des RISE-Experiments (Achsenrotation und innerer Aufbau des Mars)
4 Laser-Retroreflektor (LaRRI)
5 Kamera-Kalibrierungstafel (mit Flaggen der Teilnehmerstaaten)
6 Microchips mit Namen und Daten (2)
7 Gerät zur Messung von Temperatur und Wind (TWINS, 2)
8 Druckansauger
9 UHF-Antenne
10 Kamera zur Beobachtung des Aussetzens der Instrumente (IDC)
11 Arm zum Aussetzen der Instrumente (IDA)
12 Greifer für Griffpunkte der Instrumente
13 Rolle für Seismometerkabel
14 Kamera zur Beobachtung der Instrumente (ICC)
15 Abstiegstriebwerksdüsen (12)
16 Entfaltmechanismus des Landebeins
17 Griffpunkt der Wind- und Temperaturschutzhülle (WTS)
18 Griffpunkt des Seismometer-Pakets
19 Schutzkuppel
20 Schützender Balg aus Kapton-Isolierfolie
21 Flexibles Kettengeflecht zur Anpassung an Oberflächenunebenheiten
22 Seismometer (SEIS) unter Wärmeschutzhülle
23 Datenkabel
24 Kabelkammer
25 Griffpunkt für Roboterarm
26 Kabellängenmesser
27 Flachbandkabel mit Temperatursensoren
28 Mole ("Maulwurf") mit Hammermechanismus, Heizfolie, Wärmeleit- und Neigungssensoren
29 Kaltgasdüsen (8)
30 IRIS-Radio
31 Kamera
32 Hochgewinn-Rückstrahlantenne
33 Flugcomputer & Lagesteuerung
34 Batterie
35 UHF-Antenne
36 Solarzellenflächen

EREIGNIS WELTRAUM/InSight

Entwicklungsgeschichte

Nach den beiden Viking-Sonden (1976) und der Mission Phoenix (2008) ist InSight die vierte stationäre Landesonde der NASA auf dem Mars. InSight steht für Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport („Erforschung des Marsinneren mit Methoden der Seismik, der Geodäsie und von Wärmeflussmessungen"). Die Mission soll bis zum 24. November 2020 dauern.

InSight ist die zwölfte Mission des Discovery-Programms der NASA, eine Serie von kleinen, vergleichsweise kostengünstigen und stark auf das jeweilige wissenschaftliche Ziel fokussierten Sonden. Mit InSight wird ein seit langem gehegter Wunsch der Planetenforscher Realität: ein geophysikalisches Observatorium auf einem der erdähnlichen Planeten.

Die Pläne für eine solche Marsmission sahen zunächst Netzwerke von mindestens drei Stationen vor, sodass man mit klassischen Methoden Marsbeben würde lokalisieren und analysieren können. Auch den geothermischen Wärmefluss, das Magnetfeld, Temperatur, Luftdruck und Windgeschwindigkeit beobachtet man besser an mehreren Stellen, weil diese physikalischen Größen mit dem Ort variieren. Aus Kostengründen wurde ein solches Netzwerk jedoch nie realisiert. Für InSight wurden deshalb Methoden entwickelt, um die Daten nur einer einzigen Station optimal zu nutzen. Bei ihr verknüpfen sich amerikanische Kompetenz in der Landertechnologie mit europäischer Kompetenz bei geophysikalischen Instrumenten.

Missionsablauf

Im Auftrag der NASA begann Lockheed Martin Space Systems im Mai 2014 mit dem Bau von InSight. Die Mission startete am 5. Mai 2018 an Bord einer Atlas-Trägerrakete von der Vandenberg Air Force Base in Kalifornien – der erste Start einer Planetenmission von der amerikanischen Westküste. Am 26. November 2018 landete die Sonde bei 4,5 Grad nördlicher Breite und 135,9 Grad östlicher Länge im Gebiet Elysium Planitia.

Eine auf drei Teleskopbeinen ruhende Plattform mit allen Instrumenten führt die Aktivitäten auf dem Mars aus. Darauf sind die meisten Systemkomponenten, eine Kamera, der schwenkbare Greifarm mit einer weiteren Kamera, die Experimente in ihrem ‚Reisemodus', die Antennen, der Bordcomputer, die Bremstriebwerke, die Treibstofftanks und drei Teleskopbeine angebracht. Die Gesamtmasse beträgt 360 Kilogramm, davon entfallen 50 Kilogramm auf die wissenschaftlichen Experimente. Die beiden seitlich angebrachten Solarpanele liefern bis zu 700 Watt Leistung. Die Kommunikation erfolgt hauptsächlich über Bande mit drei in der Marsumlaufbahn befindlichen NASA-Orbitern.

Die beiden Hauptexperimente von InSight sind das in Frankreich entwickelte Seismometer SEIS (Seismic Experiment for Interior Structure) zum Aufzeichnen von Marsbeben und Meteoriteneinschlägen, sowie die am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) gebaute Wärmeflusssonde HP^3 (Heat Flow and Physical Properties Package), zu dem auch ein Radiometer gehört. Hilfsinstrumente des Seismometers sind Wettersensoren und ein Magnetometer. Durch Frequenzverschiebungen im Funkverkehr können mit dem amerikanischen Experiment RISE (Rotation and Interior Structure Experiment) Schwankungen der Rotationsachse vermessen werden.

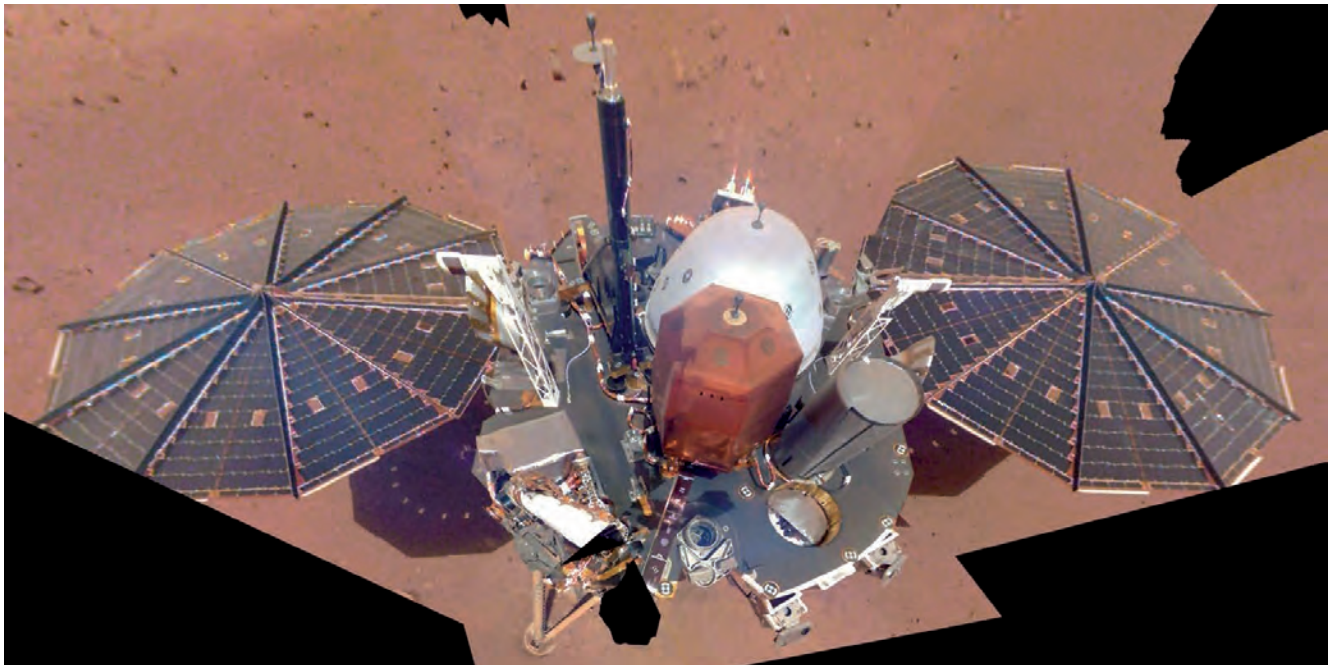
HP^3 bestimmt den Wärmefluss aus dem Inneren des Planeten an die Oberfläche durch Messungen des Temperaturanstiegs mit zunehmender Tiefe. In einem ‚Bohrturm' befindet sich ein Schlaghammer. Die 40 Zentimeter lange Rammsonde, der ‚Maulwurf', kann sich mit einem Hammerschlagmechanismus bis zu fünf Meter tief in den Marsboden treiben. Der Maulwurf zieht ein fünf Meter langes, mit Temperatursensoren bestücktes Messkabel hinter sich in den Boden, das mit dem Gehäuse verbunden ist. Platin-Temperatursensoren werden ein Marsjahr lang (zwei Erdenjahre) Messwerte im Abstand von 35 Zentimetern Bodentiefe bis aus fünf Meter Tiefe aufzeichnen. Die Messgenauigkeit der Sensoren beträgt wenige Tausendstel Grad.

Die Mission wird den Aufbau des Mars aus Kruste, Mantel und Kern sowie seine thermische Entwicklung untersuchen. Dies soll dazu beitragen, fundamentale Fragen zur Frühzeit des inneren Sonnensystems, also auch der Erde zu beantworten.

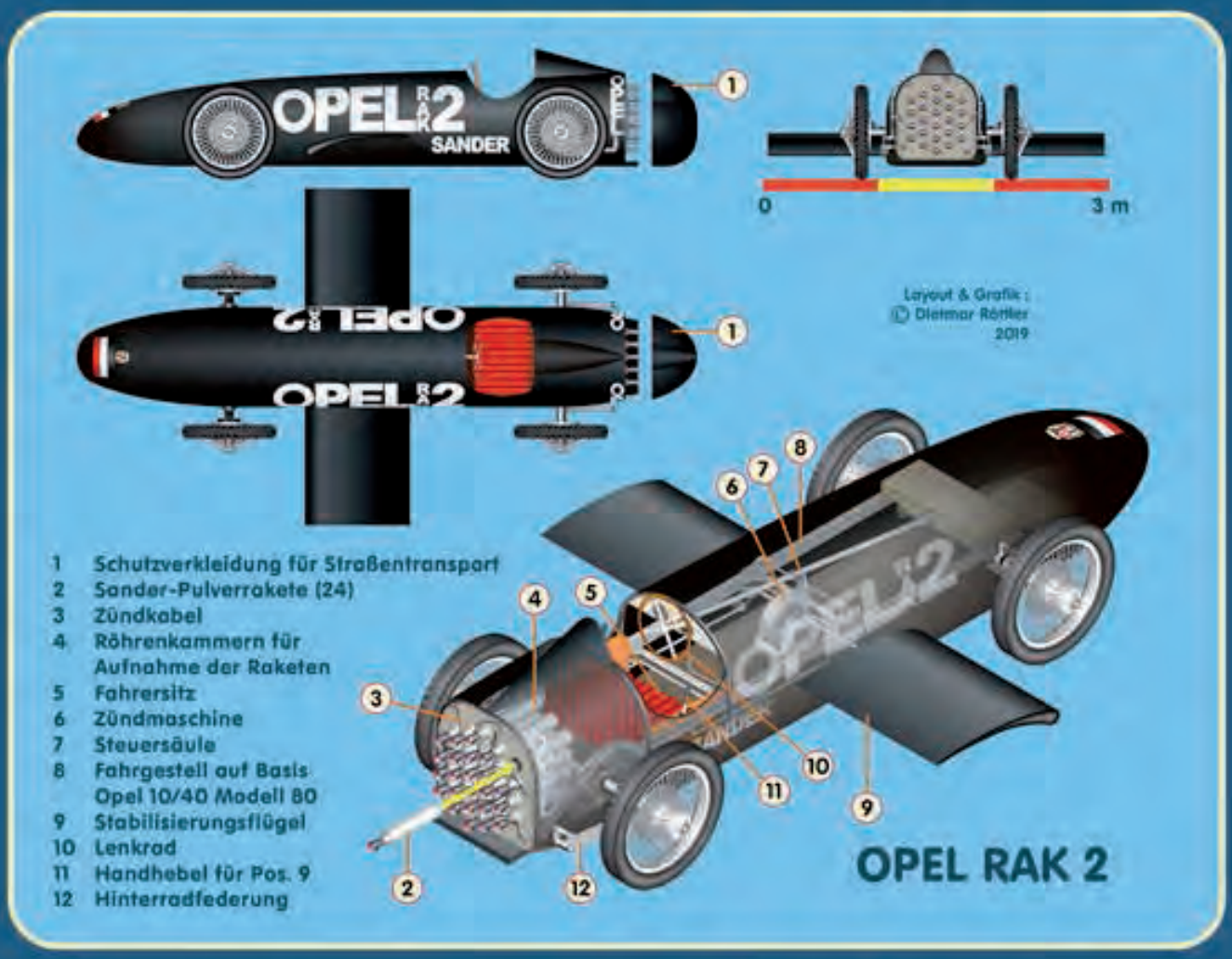
Neu bei der Mission InSight waren zwei Kleinsatelliten mit dem Projektnamen MarCO (Mars Cube One). Sie beruhen auf dem CubeSat-Konzept, bei dem würfelförmige Module mit 10 Zentimeter Kantenlänge zusammengeschaltet werden. Jeder der beiden MarCOs besteht aus sechs CubeSat-Einheiten. Sie wurden nach dem Verlassen der Erde von InSight abgetrennt und begleiteten die Sonde auf einer eigenen Flugbahn zum Mars. Sie hatten die Aufgabe, während des Anflugs und der Landung von InSight die Kommunikation zwischen Landesonde und den NASA-Orbitern zu unterstützen. Beide MarCO-Kleinsatelliten verfügten über eine Weitwinkel- und eine Telekamera.

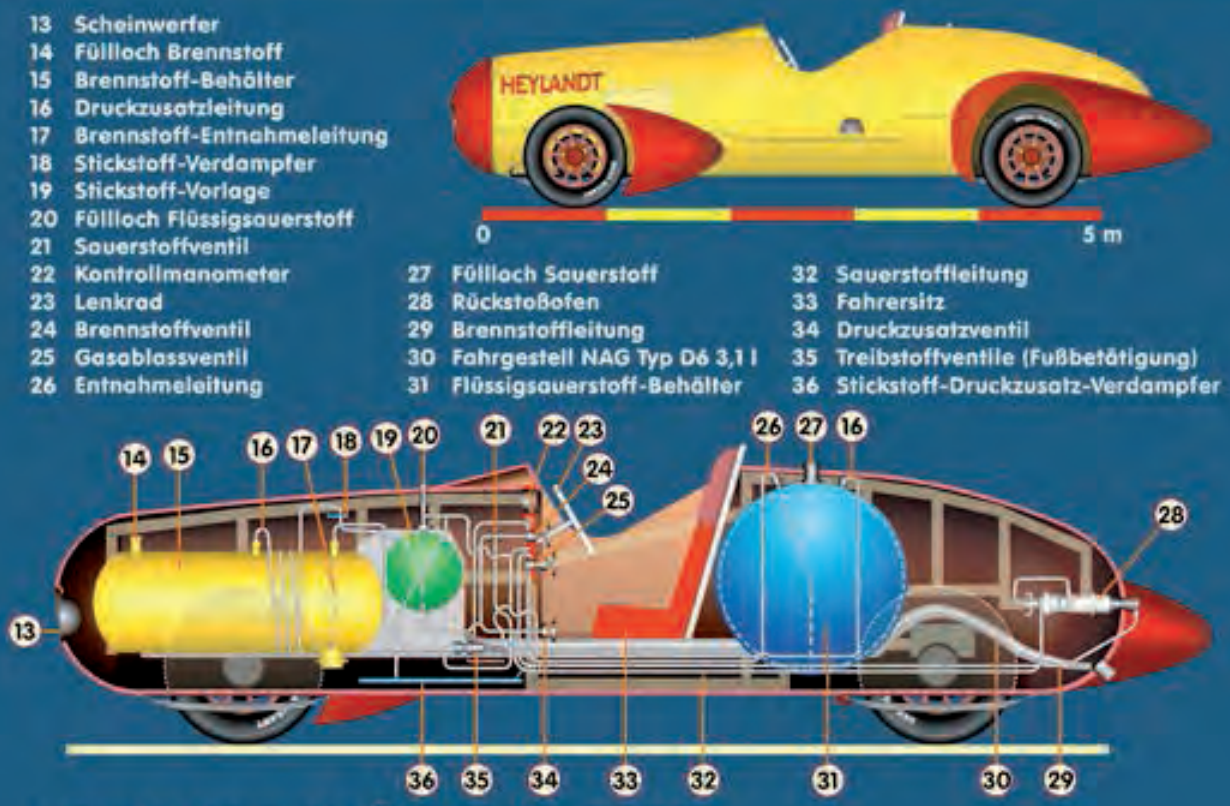
Ulrich Köhler

Berichtstand: 10. März 2019
Foto: NASA



Die Typenblattserie „Ereignis Weltraum" wird herausgegeben von © „Raumfahrt Concret" über den Verlag INIPLU 2000, PF 10 11 39, 17019 Neubrandenburg.


OPEL RAK 2
SANDER
0
3 m
Layout & Grafik :
© Dietmar Röttler
2019
1 Schutzverkleidung für Straßentransport
2 Sander-Pulverrakete (24)
3 Zündkabel
4 Röhrenkammern für Aufnahme der Raketen
5 Fahrersitz
6 Zündmaschine
7 Steuersäule
8 Fahrgestell auf Basis Opel 10/40 Modell 80
9 Stabilisierungsflügel
10 Lenkrad
11 Handhebel für Pos. 9
12 Hinterradfederung
OPEL RAK 2


13 Scheinwerfer
14 Fülloch Brennstoff
15 Brennstoff-Behälter
16 Druckzusatzleitung
17 Brennstoff-Entnahmeleitung
18 Stickstoff-Verdampfer
19 Stickstoff-Vorlage
20 Fülloch Flüssigsauerstoff
21 Sauerstoffventil
22 Kontrollmanometer
23 Lenkrad
24 Brennstoffventil
25 Gasablassventil
26 Entnahmeleitung
27 Fülloch Sauerstoff
28 Rückstoßofen
29 Brennstoffleitung
30 Fahrgestell NAG Typ D6 3,1 l
31 Flüssigsauerstoff-Behälter
32 Sauerstoffleitung
33 Fahrersitz
34 Druckzusatzventil
35 Treibstoffventile (Fußbetätigung)
36 Stickstoff-Druckzusatz-Verdampfer
HEYLANDT
0
5 m
HEYLANDT "HÖLLENHUND"

EREIGNIS WELTRAUM/Opel Rak 2 Sander & Heylandt „Höllenhund“

Historie

1927 traf Fritz von Opel, der Enkel des Firmengründers, auf den österreichischen Publizisten Max Valier (1895-1930), der zu jener Zeit bereits an Raketen forschte sowie den Produzenten von Feststoffraketen für Signalzwecke Friedrich Sander (1885-1938). Aus der Zusammenarbeit des Trios entstanden im März 1928 die ersten Prototypen mit Raketenantrieb. Am 11. April startete Opel RAK 1 mit Ingenieur und Rennfahrer Kurt Volkhart am Steuer, der binnen acht Sekunden Tempo 100 erreichte. Möglich machten es zwölf Raketen mit rund 40 Kilogramm Sprengstoff. Sie steckten im Heck eines Opel 4/12 PS, der mit kleinen seitlichen Flügeln ausgestattet war.

Am 23. Mai 1928 folgte der Höhepunkt an der Avus in Berlin. Der RAK 2 mit Fritz von Opel erreichte 238 km/h und wurde mit dem Spitznamen „Raketen-Fritz“ über Nacht berühmt. Max Valier trennte sich nach seinen Aussagen noch vor dem Avus-Unternehmen geschäftlich von Fritz von Opel und wandte sich u.a. der Firma Heylandt in Britz zu, wo er die Möglichkeit bekam ein Flüssigkeitsraketentriebwerk zu entwickeln. Diese Zusammenarbeit endete am 17. Mai 1930 auf tragische Weise durch die Explosion eines Triebwerkes. Valier gilt damit als erstes Todesopfer der Raumfahrt.

Opel Rak 2 Sander

Ausgangsbasis bildete, identisch mit dem Vorgänger Rak 1, das Chassis des Modell 80 (10/40), Opel Personenwagen. Alle technischen Daten des Fahrwerks entsprachen dem Vorgänger: U-Profil-Pressstahlrahmen, Starrachsen, vorne Halbelliptikfedern, hinten um 180° gewendete Ausleger-Viertelfedern jeweils mit Reibungsstoßdämpfern, Radstand 2.880 mm, Spurweite auf 1.510 mm erweitert, mechanische Vierradbremse. Die Gesamtmaße betrugen in etwa: Länge 4.880 mm, Höhe 1.200 mm, Breite 1.400 mm. Das Gesamtgewicht lag bei 560 kg. Hinzurechnen muss man je nach Raketenbestückung bis zu 120/140 kg und 80 kg für den Fahrer. Allerdings ist zu betonen, dass für beide Opel-Raketenwagen keine exakten Maße vorliegen, die durch Originalkonstruktionszeichnungen belegt sind.

Fritz von Opel erscheint am Showtag in Begleitung des Pyrotechnikers und Raketenspezialisten Friedrich Wilhelm Sander. Nun wird auch dem letzten Zweifler bewusst, Fritz von Opel wird das Raketenauto fahren und nicht wie es Gerüchte verlauten ließen, der Flieger Antonius Raab oder der Ingenieur Kurt Volkhart.

Beide überprüfen derweil nochmals peinlichst genau die Anordnung der Raketen und deren korrekte Verkabelung sowie die Schaltung der Zündmaschine. Man hat die ganze Kapazität der Antriebseinheit ausgenutzt und 24 Raketen (Kaliber 80 mm, Mündungsöffnung 90 mm, Düsendurchmesser 35 mm, Düsenöffnungswinkel etwa 30°, Länge 500 mm) mit je 5.400 Gramm gepresstem Schießpulver und einem jeweiligen mittleren Schub von 250 kg geladen. Diese Ladung reicht, um den Wagen zwei Kilometer voranzutreiben.

Fritz von Opel fuhr mit unvorstellbarem Krach und einer dichten, wirbelnden, die Sicht nehmenden Rauchwolke an der Pressetribüne bei Start und Ziel vorbei durch die Nordkurve. Auf der Gegenfahrbahn wendete er wieder in die Gegenrichtung, um erneut an den Tribünen vorbeizufahren, dann den Wagen ausrollen zu lassen. Innerhalb 24 Sekunden hatte das Raketenauto unter ständigem Rückstoß der Treibladung 1.800 m zurückgelegt. Sander und Opel hatten mit einer Strecke von 2.000 m gerechnet. Die anschließende Auslaufstrecke betrug etwa 3 km. Verschiedene Quellen nennen für die gesamte Fahrtdauer 40 Sekunden. Als Höchstgeschwindigkeit werden 236 km/h angegeben. Die mittlere Geschwindigkeit nach der Beschleunigungsperiode soll 186 km/h betragen haben.

Heylandt

Dr. Heylandt, der tief betroffen von Valiers Tod war, untersagte ab sofort jede weitere Tätigkeit auf dem Gebiet der Raketentechnik.

Arthur Rudolph und Walter Riedel, die bisherigen Mitarbeiter von Valier, sahen sich gezwungen, ab jetzt im Geheimen an der Weiterentwicklung eines verbesserten Raketenmotors zu arbeiten. Wie vorauszusehen war, wurde ihre Tätigkeit über kurz oder lang Heylandt bekannt, und angeblich soll jener zunächst recht ungehalten reagiert haben. Irgendwann aber duldete er weitere Arbeiten an diesem Projekt.

Valier und Riedel hatten für ihren Motor ein Einspritzsystem entwickelt, das zunächst in seiner Form einer Art „Gießkanne“ entsprach. Deren kreisrunde Einspritzöffnungen ließen sich jedoch nicht mit der erforderlichen Präzision bohren, so dass Überhitzungen mit häufigem Durchbrennen die Folge waren. Rudolph modifizierte deshalb das Einspritzsystem in einen „Lampenschirm“, auch „Pilz“ genannt, bei dem nunmehr der Treibstoff und der Sauerstoff aus schmalen, ringförmig angebrachten Schlitzen unter entsprechendem Druck in die Brennkammer gelangten.

Rudolph und Riedel statteten zudem diesen Motor mit einem Kühlmantel aus. Diese sogenannte Regenerativ-Kühlungs-Technik hatte Ziolkowski bereits 1903 in seinen Weltraumraketen-Entwurf einbezogen. Auch Oberth wies 1923 in seinem Buch „Die Rakete“ auf diese Möglichkeit hin. Eine Brennkammer mit einer derartigen Kühlung wurde aber erstmals gegen Ende 1930 von Rudolph und Riedel nicht nur gebaut, sondern auch in der Praxis angewendet.

Zeitgleich fertigte der Oberingenieur Alfons Pietsch mit einer kleinen Gruppe im Werk das eigentliche Fahrzeug. Mit 5,75 m hatte der „Heylandt“-Raketenwagen eine stattliche Länge und seine Höhe von über 1,60 m war für einen „Rennwagen“ erstaunlich. Das Gesamtgewicht des Fahrzeuges lag bei beachtlichen 2.010 kg, wovon 328 kg auf den Sauerstoffbehälter, 145 kg auf den Alkoholtank, 365 kg auf den Sauerstoff, 270 kg auf den Alkoholtreibstoff und 50 kg auf den Leichtmetallaufbau entfielen.

Für die geforderte Höchstgeschwindigkeit von etwa 150 km/h errechnete sich unter Berücksichtigung des Luft- und Rollwiederstandes eine Schubkraft von circa 165 kg. Da man bei einer Ausströmgeschwindigkeit von 1.600 m/sec. einen Verbrauch von 1 kg/sec. angesetzt hatte, reichte der Treibstoffvorrat für eine Fahrzeit von ungefähr 10 min.

Der in der Heckspitze angeordnete Raketenmotor war hingegen mit seinen bescheidenen 20 kg ein ausgesprochenes Leichtgewicht und seine Brennkammer bei einem Innendurchmesser von 65 mm und knappen 300 mm Länge ein Liliputaner. Die Schubkraftleistung wurde von Heylandt mit 160-180 kg angegeben. Das Anlassersystem bestand aus einer 10-Volt-Batterie mit Zündkerze. Sicherheitshalber wurde auch eine Stahlflasche mit komprimiertem Stickstoff mitgeführt, welcher zum Anblasen der Tanks dienen sollte.

Am 30. April 1931 konnte schließlich auf dem Tempelhofer Feld vor einer kleinen Gruppe von Zuschauern die Fahrt des Heylandt vonstattengehen. Fest steht wohl, dass der Raketenwagen mit Alfons Pietsch hinter dem voluminösen Vierspeichen-Lenkrad, vier störungsfreie Runden auf dem Rollfeld mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 60-70 km/h zurücklegte.

Am 3. Mai 1931 erfolgte an gleicher Stelle eine weitere Vorführungsfahrt. Ab diesem Zeitpunkt wurde es sodann still um den Höllenhund, obwohl dem die Behauptung von Walter Riedel gegenübersteht, demzufolge der Heylandt-Wagen bis in den Spätsommer 1931 mit vielen Läufen auf dem Tempelhofer Feld wieder einiges der Kosten eingefahren habe. Ein Nachfolger wurde bei Heylandt weder geplant, geschweige denn gebaut. Dr. Paul Heylandt und seine Firma entwickelten noch eine gewisse Zeitlang Raketentriebwerke. Dann beschränkte man sich auf die alte Fertigkeit in der Herstellung und dem Transport flüssiger Gase.

Autor: Benno Lewuwa

Unter freundlicher Verwendung von: Michael Graf Wolff Metternich – „Deutsche RAKETENFAHRZEUGE auf Strasse, Schiene und Eis 1928 bis 1931“, Verlag Hermann E. Sieger GmbH 73545 Lorch/Württemberg (1997).

Die Typenblattserie „Ereignis Weltraum“ wird herausgegeben von © „Raumfahrt Concret“ über den Verlag INIPLU 2000, PF 10 11 39, 17019 Neubrandenburg.