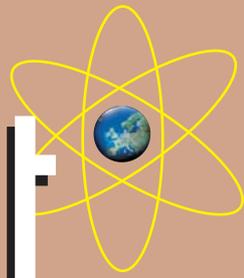


MIT DER RAUMSCHIFFFAHRT ZU DEN STERNEN

# Raumfahrt Concret



DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA

118 3/2021

Euro 6,00 | US\$ 7,50

## Mars entspannt



**POLITIK**

Parteien zur Raumfahrt

**THEMA**

Fernverkehr zum Mars

**THEMA**

Geheime Satelliten

**THEMA**

UFO-Fieber

# DIE WELT VERÄNDERN- DURCH DEN BLICK ÜBER SIE HINAUS.



**FLY**  
**WE MAKE IT**

Seit mehr als 50 Jahren suchen wir nach Antworten in den Tiefen des Weltalls und wir kennen den einen oder anderen Wert, den unsere Technologien der Menschheit bringen können. Wir setzen uns mit Leidenschaft für führende Innovationen ein – von flexiblen Nutzlasten, vollständig rekonfigurierbaren Satelliten und Satelliten aus Serienproduktion bis hin zu astronautischen Raumfahrtmissionen. Wir sind der Erforschung neuer Wissensgebiete verpflichtet, wie der Beobachtung von Klimaveränderungen, der Konnektivität von Flugzeugpassagieren, wo immer sie auch fliegen, oder die nächste große Sache, an die bisher vielleicht noch niemand gedacht hat. Mit den Menschen, die für uns arbeiten, und unseren Produkten helfen wir der Menschheit, ihre nächsten Schritte zu unternehmen. Sowohl auf der Erde als auch jenseits der Sterne.

Die Zukunft. We make it fly.

# Inhalt RC-118

.....04-06 Interview	Ein Gespräch mit dem Exekutiv-Direktor der EUSPA, Rodrigo da Costa
.....08-12 Politik	Parteien zur Raumfahrt
.....13-15 Interview	Der Mensch kehrt zum Mond zurück und wird bleiben
.....16-19 Angewandte Raumfahrt	INNOspace Masters – Die Gewinner 2021
.....20-21 Angewandte Raumfahrt	Potenziale der Raumfahrt für Innovationen von Morgen
.....22-39 Thema	Von USA bis China – Hochbetrieb auf dem Mars
.....40-43 Veranstaltungen	3. Kongress Space Renaissance und Raumfahrtvereinigung in der DPRK
.....44-47 Thema	Nicht identifizierte Satelliten
.....48-50 Thema	Unbekannte Flugobjekte in Mode
.....52-53 Rückblick	50 Jahre Jugendarbeitsgruppe KOSMOS

**Rubriken:** Impressum (3), Rezension (47), Silberner Meridian (50), Startkalender (54).  
**Typenblätter:** X-3 PROSPERO, KOSMODROM WOSTOTSCHNIJ

## American Race – Wettlauf der Milliardäre

Richard Branson (vorne links) hat es am 11. Juli 2021 tatsächlich geschafft, mit zwei Piloten (Dave Mackay und Michael Masucci) den ersten privaten Weltraumflug zu absolvieren. Mit an Bord die leitende Betriebsingenieurin Colin Bennett (vorne rechts) sowie Chef-Astronautenausbilderin Beth Moses. Sein Konkurrent Jeff Bezos (rechtes Bild, 2.v.l.) gelangte erst am 20. Juli in den Weltraum. Dafür stellte er gleich zwei Rekorde auf: Wally Funk (82) ist nun die älteste Astronautin. Oliver Daemen (17) aus den Niederlanden, dessen Vater bei der Auktion den vierten Crewplatz ersteigert hatte, ist der jüngste Astronaut. Fotos: Virgin Galactic, Blue Origin



**Zum Titel:** Das Apollo-Sojus-Test-Projekt im Juli 1975 trug wesentlich zu einer weltweiten politischen Entspannungsphase bei. Eine internationale bemannte Marsmission könnte einen ähnlichen Impuls in diesem Jahrhundert liefern. Das Titelbild kreierte die Berliner Künstlerin Sabine Heinz.

## RC RAUMFAHRT CONCRET

### Impressum

©2021/ Herausgeber: Initiative 2000 plus e.V.  
 Raumfahrt Concret erscheint im Verlag Iniplu 2000 im Jahr 2021 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.

Zur Zeit 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 - Werner von Braun (IFR) e.V.**  
**Kontakt:** IFR-Sekretariat, Frau Ursula Mock  
 E-Mail: ifr@dorfner-gruppe.de  
 www.ifr-raumfahrt-gesellschaft.de



**Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V.**  
**Kontakt:** Thomas Krieger  
 E-Mail: Thomas.Krieger@vfr.de, www.vfr.de



**Deutsche Raumfahrt Gesellschaft e.V.**  
**Kontakt:** Michael Stennecken  
 info@deutscheraumfahrt.de, www.drg-gss.org



**Raketensportverein 82 e.V.**  
**Kontakt:** Markus Rehberger  
 E-Mail: markus.rehberger1970@gmail.com  
 www.rmv-82.de



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



**AstroWis e.V.**  
**Kontakt:** Dr. Manfred Dietrich  
 E-Mail: info@astrowis.de, www.astrowis.de



**Hermann-Oberth-Raumfahrt-Museum**  
**Kontakt:** Karlheinz Rohrwild  
 E-Mail: KRohrwild@dorfner-gruppe.de  
 www.oberth-museum.org

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

**Redaktionssekretärin und Abonnentenverwaltung:** Ute Habricht.

**Associate editors** China: Chen Lan, USA: Dr. Dwayne A. Day

**Korrespondenten** Russland: Dimitrij Woronzow

Westeuropa: Jacqueline Myrrhe

**Ständige Mitarbeiter**

Mars Society: Jürgen Herholz

Grafiken/Lektorat: Dietmar Röttler

Titel/Grafik/Layout: Jörg Hinz

Internet: Eberhard Rödel

Druck: Henryk Walther Papier- und Druck-Center Neubrandenburg

**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: DEUTDE33

**Gerichtsstand:** Amtsgericht Neubrandenburg

**Redaktionsschluss:** 31.08.2021

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

# Raumfahrtdienste mit Mehrwert entwickeln und bereitstellen



Ein Gespräch mit dem Exekutiv-Direktor der Agentur der Europäischen Union für das Weltraumprogramm (EUSPA), Rodrigo da Costa



**RC:** *Beim Stichwort Raumfahrtagentur denkt man normalerweise an eine nationale Agentur wie DLR und CNES oder an eine international aufgestellte wie die ESA. Wie würden Sie die EU-Raumfahrtbehörde in diesem Kontext positionieren, wo gibt es Gemeinsamkeiten und wo gibt es Unterschiede?*

**Rodrigo da Costa:** Bekanntlich haben wir die European GNSS Agency – GSA am 12. Mai 2021 zur Agentur der Europäischen Union für das Weltraumprogramm, EUSPA, umgewandelt. EUSPA wird eine dezentralisierte EU-Agentur sein, die auf den Erfahrungen, Aufgaben und Zielen der europäischen GNSS-Agentur aufbaut.

Unser Kernziel ist die Überführung der Potenziale des EU-Raumfahrtprogramms in eine konkrete und optimale Nutzung, insbesondere für die Programme Galileo-EGNOS im Rahmen des GNSS-Navigations satellitensystems, für Copernicus als Komponente des Erdbeobachtungsprogramms der Euro-

päischen Union und für das sichere Telekommunikationselement GOVSATCOM.

Wir als EUSPA sind eine Agentur, die Dienste mit Mehrwert entwickelt und bereitstellt. Dies sind weltraumgestützte Dienste für Unternehmen, für Regierungen und in diesem Zusammenhang natürlich auch Angebote, die zum Beispiel von nationalen Agenturen wie dem DLR, aber auch von der Wissenschaft, der Zivilgesellschaft im Allgemeinen genutzt werden dürfen, können und sollen.

Wir sind eine nutzerorientierte operative EU-Agentur und als solche bestrebt, die Nutzung von Raumfahrtdiensten aus dem EU-Raumfahrtprogramm in einem sehr breiten Spektrum von Marktsegmenten zu steigern. Das wird dann auch die Wettbewerbsfähigkeit der nachgelagerten Industrie der Europäischen Union erhöhen. Die Nutzer kommen aus allen Branchen, ob Luftfahrt, Schifffahrt, Eisenbahn, Straßenverkehr, Energie- oder Landwirtschaft und andere mehr. Diesen Anwendern Vorteile aus weltraumgestützten Technologien zu erschließen, ist unser Job als EUSPA. Sie sehen also: Unser Profil ist absolut komplementär zum Profil anderer Akteure in diesem Bereich und natürlich nicht nur komplementär zu den nationalen Agenturen, sondern auch ergänzend zur Europäischen Weltraumorganisation ESA, mit der wir sehr eng zusammenarbeiten.

Wir sind die Agentur der EU für das Weltraumprogramm. ESA, die Europäische Weltraumorganisation, ist selbstverständlich eine andere Institution. Ich denke, es ist wichtig, diese Klarheit zu haben, dass wir eine Programm-Agentur sind und somit für ein bestimmtes Programm der EU arbeiten – in diesem Fall für das Raumfahrtprogramm.

Die Arbeitsweise zwischen der Kommission, EUSPA und ESA wird durch ein Papier namens FPPA geregelt: Financial Framework Partnership Agreement. Es ist eine Vereinbarung, die für den Zeitraum des aktuellen Finanzrahmens, also für sieben Jahre gelten wird. In dieser Vereinbarung werden die genauen Interaktionen zwischen der Kommission, der EUSPA und der ESA in all den verschiedenen Bereichen des Raumfahrtprogramms formuliert.

**RC:** *Dennoch könnte es gewisse Überschneidungen mit der ESA geben, vor allem bei der Erdbeobachtung, während die Navigation allein in Ihrer Verantwortung bleibt?*

**Rodrigo da Costa:** Im Bereich Navigation sind wir verantwortlich für die sichere und robuste Bereitstellung und für die Nutzung leistungsfähiger Dienste durch die Anwender. Wir arbeiten in diesem Fall natürlich mit der ESA zusammen. Sie entwickelt die Weltraumsysteme, auf deren Grundlage wir dann Dienste offerieren, den Betrieb sicherstellen und letztlich auch die Märkte profilieren sowie Nutzerbedürfnisse für zukünftige Entwicklungen konsolidieren.

Anders bei Copernicus, denn hier existiert heute schon eine etablierte Basis für die Bereitstellung der Dienste. Neben der ESA mit ihrer Entwicklungsrolle für die Copernicus-Missionen gibt es eine Reihe von sogenannten „Entrusted Entities“, die Verantwortlichkeiten in verschiedenen Servicebereichen von Copernicus haben. Hier ist unsere Rolle auf die Schaffung von Synergien zwischen Copernicus und GNSS ausgerichtet. Denn mit Produkten aus GNSS und aus der Erdbeobachtung für die kommerziellen Nutzer schaffen wir es, noch bessere Anwendungen und bessere Dienste für eine breite Palette

von Märkten zu entwickeln. Überdies wird für Copernicus der Schwerpunkt der EUSPA auf der Marktentwicklung liegen, insbesondere im kommerziellen Bereich.

**RC:** *Also wird die ESA keine verlängerte Werkbank von EUSPA? Wir können eine Koexistenz der beiden Organisationen erwarten, eine, die nach dem Geo-Return-Prinzip arbeitet und die andere hat dann ihre eigenen Regeln?*

**Rodrigo da Costa:** Absolut! Ich gehe von einer fruchtbringenden und optimalen Zusammenarbeit aus. Ich möchte sagen, dass dies schon der Fall ist. Ich weiß mit Bestimmtheit, dass das Management unserer Partner sich einer guten Kooperation verpflichtet fühlt. Nichtsdestotrotz: Sie sprechen ein Thema an, das sehr wichtig ist. Wie werden Beschaffungen und Einkäufe getätigt? Und wie entwickeln sich diese Prozesse? Wir als Agentur der EU für das Weltraumprogramm arbeiten nach den Finanzregelungen der EU, die keinen GEO-Return vorsehen. Unser Kriterium ist das Preis-Qualitäts-Verhältnis.

Auch die ESA hat in Zusammenarbeit mit der Europäischen Union in der Vergangenheit akzeptiert, keinen GEO-Return anzuwenden, und dies hat zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt. Dennoch, wir haben in der Vergangenheit bewiesen, dass es zwischen diesen unterschiedlichen Herangehensweisen eine hervorragende Zusammenarbeit zwischen Union und ESA geben kann. Praktisch heißt das: niemand bedarf der Werkbank eines anderen.

**RC:** *Es gab Gerüchte, dass Sie auch die Trägerraketen übernehmen würden?*

**Rodrigo da Costa:** Wir sind Kunde der Startdienste, denn natürlich müssen unsere Galileo-Satelliten ins All transportiert werden. Derzeit sind im Rahmen von EUSPA keine spezifischen Aktivitäten zur Entwicklung von Trägersystemen vorgesehen.

**RC:** *Sie werden also niemals eigene Hardware bauen, stattdessen die Nutzungspotenziale des Verfügbaren erschließen?*

**Rodrigo da Costa:** Umgekehrt wird ein Schuh daraus. Bei Galileo und EGNOS zum Beispiel sind wir für die Bereitstellung von Diensten verantwortlich: Wir betreiben die Satelliten, die von der ESA in Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelt wurden. Ebenso das bestehende Bodensegment. So läuft zum Beispiel bei Galileo der Betrieb der Kontrollzentren - eines in Oberpfaffenhofen und ein weiteres in Fucino - in unserer Verantwortung. Und wir sind für unsere Service Facilities - das GNSS Service Center und das Galileo Referenzzentrum - und deren Equipment verantwortlich.

Aber auch als Dienstleister arbeiten wir mit der ESA zusammen, um die Entwicklung der Dienste zu spezifizieren, die mit der nächsten Satelliten-Generation kommen werden. Diese wird dann die ESA gemeinsam mit der Industrie nach unserer Spezifikation und natürlich auch nach den Bedürfnissen des gesamten EU-Programms bauen. Damit fungieren wir perfekt komplementär zu den verschiedenen anderen Akteuren.

**RC:** *Wie stellen Sie sicher, dass Ihre Rolle als EUSPA auch in der hoch dynamischen Umgebung der Raumfahrtwirtschaft aktuell und sinnvoll bleibt?*

**Rodrigo da Costa:** Unsere Rolle ist zum einen natürlich durch das Gesetz definiert, durch die Verordnung, die das Programm schafft - aber das ist auf der obersten Ebene. Unsere detaillierte Schnittstelle mit den Anwendern, beispielsweise ein kontinuierlicher Informationsaustausch, findet in formalisierten, klaren Prozessen statt. Der wichtigste davon ist die User Consultation Platform (UCP), die wir in regelmäßigen Abständen durchführen. Sie ist ein Mittel, um zum Beispiel zu verstehen, wo die Bedürfnisse des Straßenverkehrs oder des Schienenverkehrs oder eines anderen Sektors liegen und wie sich die Bedürfnisse unserer Nutzer in naher Zukunft entwickeln werden. Eine andere Sache ist, dass wir ein Serviceanbieter sind. Ganz besonders relevant ist in diesem Fall das GNSS Service Center. Es ist die Schnittstelle

zum Anwender, wo wir in ständiger Interaktion mit diesem, aber auch zu den Empfängerherstellern, Anwendungsgemeinschaften, Anwendungsentwicklern usw. sind. Diese Interaktion geschieht für alle Komponenten des EU-Raumfahrtprogramms, um die Bedürfnisse für die Entwicklung der Dienste zu verstehen und sich darüber auszutauschen.

**RC:** *Ihr Hauptquartier bleibt in Prag?*

**Rodrigo da Costa:** Wir haben zwar unseren Hauptsitz in Prag, aber auch Einrichtungen in ganz Europa. Es existiert ein Sicherheitsüberwachungszentrum in den Außenbezirken von Paris und ein weiteres in den Randbezirken von Madrid. Wir unterhalten ein Galileo-Referenzzentrum in Noordwijk, Niederlande, wo wir unabhängige Messungen der Galileo-Signale durchführen, um die Leistung des Galileo-Systems kontinuierlich zu bewerten. Letztlich betreiben wir, wie bereits erwähnt, das GNSS Service Center, das sich ebenfalls in Spanien befindet und unsere Schnittstelle zu den Nutzern ist. Für uns arbeiten Teams auch in Brüssel und in Toulouse. Wir verfügen auch über eine breite Palette an industriellen Fähigkeiten, insbesondere natürlich den Betrieb der Galileo-Kontrollzentren in Oberpfaffenhofen und in Fucino, Italien sowie in Stationen auf der ganzen Welt. Das erklärt ein wenig, wie wir aufgestellt sind und wie unsere Industrie, die EGNOS und Galileo 24/7 betreibt, über ganz Europa verteilt ist.

Sie sehen, wir sind überall präsent, wir sind ein bisschen überall in Europa.

**RC:** *Was die Lage von Prag angeht, ist das eine Art politisches Statement von Europa, so nach dem Motto: Go East, young man?*

**Rodrigo da Costa:** Nein, ganz und gar nicht! Lassen Sie mich zunächst daran erinnern, dass Berlin ungefähr so östlich wie Prag liegt und dass Wien deutlich weiter östlich liegt. Abgesehen von der Geographie, die Entscheidung, die GSA in Prag anzusiedeln wurde vor über zehn Jahren vom Europäischen Rat getroffen.

Damals war die GSA, wie viele andere EU-Agenturen auch, provisorisch in Brüssel beheimatet. Und dann wurde vereinbart, dass den Mitgliedsstaaten, die derzeit kein EU-Gremium wie eine Agentur aufnehmen, eine politische Priorität haben.

In Deutschland – das wissen Sie natürlich – hat die Europäische Zentralbank ihren Sitz, eine sehr wichtige EU-Institution, aber es gibt auch die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) in Köln, die sowohl sehr wichtig als auch eine der größten EU-Agenturen ist. Und in der Folge gibt es mittlerweile Agenturen, die auf nahezu alle EU-Mitgliedsstaaten verteilt sind. Die Tschechische Republik hat sich damals um die Ausrichtung der GSA beworben und ist ausgewählt worden. Und der Rest ist Geschichte – wir sind sehr glücklich, dass wir seit bald zehn Jahren unser Hauptquartier in Prag haben, und als EUSPA wird das auch weiterhin der Fall sein.

**RC:** *Wie viele Mitarbeiter werden Sie in den nächsten Jahren einstellen?*

**Rodrigo da Costa:** Die Agentur hat heute eine gewisse Dimension, aber mit der Zukunft kommen auch neue Aufgaben hinzu und damit werden auch unsere Ressourcen wachsen. Für genaue Zahlen ist es derzeit aber zu früh. Sobald die Beschlüsse durch die Gremien gefasst worden sind und wir somit eine gesetzliche Grundlage haben, werden wir die Texte und Zahlen veröffentlichen. Momentan haben wir etwa 220 Mitarbeiter aus 21 EU-Ländern.

**RC:** *Welche Prioritäten dominieren die Raumfahrtspolitik der EU kurz-, mittel- und langfristig?*

**Rodrigo da Costa:** Die Prioritäten des EU-Raumfahrtprogramms sind die Prioritäten der EU. Lassen Sie mich zunächst den europäischen Green Deal erwähnen, der eine große Bedeutung hat. Er beinhaltet als Zielstellung, ein klimaneutrales und umweltfreundliches Europa zu erreichen. Dafür ist die Raumfahrt ein grundlegendes Instrument. So reduziert Präzisionslandwirtschaft den Einsatz von Pestiziden erheblich. Und Präzisionslandwirtschaft ist eines der Beispiele, wo EGNOS, Ga-

lileo und Copernicus gleichzeitig zum Einsatz kommen.

Ein zweites sehr wichtiges Element ist die Digitalisierung. Das ist eine weitere große Herausforderung für die Europäische Union – für uns alle zusammen. Der Weltraum hilft bei der Digitalisierung auf viele Arten und Weisen. Die Raumfahrt ist ein großer Datengenerator. Copernicus zum Beispiel generiert die größte Menge an Daten, und die Verarbeitung dieser Daten wird von grundlegender Bedeutung sein. Aber durch den Weltraum können wir auch die Konnektivität aller europäischen Regionen verbessern. Auch dort – bei der Digitalisierung – spielt der Weltraum eine fundamentale Rolle, was auch eine Priorität für das Weltraumprogramm und für uns sein wird.

Dann möchte ich noch einen weiteren Punkt anführen, nämlich die wirtschaftliche Erholung. Wir befinden uns noch immer in der Pandemie. Wir werden hoffentlich bald aus dieser herauskommen. Aber natürlich wird das mit erheblichen wirtschaftlichen Auswirkungen verbunden sein. Für den wirtschaftlichen Aufschwung können der Weltraum und weltraumgestützte Technologien, GNSS, Erdbeobachtung, Telekommunikation einen sehr wichtigen Beitrag leisten. Die Prioritäten des EU-Raumfahrtprogramms sind also sehr eng mit den übergeordneten EU-Prioritäten abgestimmt, die vom Rat, der Kommission und dem Parlament festgelegt wurden.

**RC:** *Wir haben noch nie etwas darüber gehört, dass die EU davon träumt, zum Mars zu fliegen, Astronauten zum Mond zu schicken und nicht nur dorthin zu gehen, sondern dort zu bleiben. Ist da etwas in Planung oder überlassen Sie es anderen Nationen?*

**Rodrigo da Costa:** Was die bemannte Raumfahrt und die Erforschung des Weltraums betrifft, sind das Aspekte, die in der Zuständigkeit der einzelnen Mitgliedsstaaten liegen und durch internationale Organisationen, insbesondere in der Zusammenarbeit eingebunden werden. Dies fällt also nicht in den Zuständigkeitsbereich des Raumfahrtprogramms der Euro-

päischen Union und wird in der Gesetzgebung, die wir im Moment haben, nicht erwähnt.

**RC:** *Sehen Sie oder haben Sie einige strategische Partnerschaften mit den großen Playern wie den USA, Russland, China, Japan, Australien?*

**Rodrigo da Costa:** Die Ausgestaltung internationaler Beziehungen fällt als politisches Thema in den Aufgabenbereich der EU-Kommission. Davon abgesehen haben wir in der Tat heute Partnerschaften, zum Beispiel bei der Satellitennavigation. Galileo ist kompatibel mit GPS. Die meisten Geräte nutzen GPS und Galileo. Das Gleiche gilt auch für Copernicus: Es gibt mehrere Beispiele, von Waldbränden bis hin zu zivilen Katastrophen, bei denen Copernicus anderen Nationen partnerschaftlich geholfen hat. Darüber hinaus halte ich es für nennenswert, dass wir daran arbeiten, EGNOS, das heute vor allem das Gebiet der Europäischen Union abdeckt, noch weiter auf unsere östlichen und südlichen Nachbarn auszuweiten.

Ich denke, es wäre noch wichtig zu erwähnen, dass es zwei bedeutende Blickwinkel in dieser Diskussion gibt. Der eine ist die Partnerschaft und die Zusammenarbeit mit Nationen wie den USA, Russland, China, Japan, Australien oder anderen. Außerdem ist es wichtig die strategische Autonomie im Blick zu behalten. Ich glaube, dies wird auch immer mehr zu einem Anliegen der Bürger in Europa. Wenn wir zum Beispiel durch die COVID-Pandemie sehen, dass es einen Bedarf an europäischer strategischer Autonomie in sehr entscheidenden Punkten gibt, ist der Weltraum einer davon. Wir werden uns weiterhin in Partnerschaften unter der Führung der Kommission engagieren – immer unter der Garantie der strategischen Autonomie Europas.

**RC:** *Herr da Costa, wir danken recht herzlich für das Gespräch und wünschen Ihnen für die anstehenden Aufgaben viel Erfolg.*

Mit Rodrigo da Costa sprachen Jacqueline Myrre und Dr. Franz-Peter Spaunhorst.

**Foto:** EUSPA



# SPACE TECH EXPO

EUROPE

16. - 18. NOVEMBER 2021 BREMEN, DEUTSCHLAND

EUROPAS SPEZIAL-EVENT ZU LIEFERKETTEN UND  
ENGINEERING AUS DEN LEISTUNGSBEREICHEN  
FERTIGUNG, KONSTRUKTION UND TEST VON  
RAUMFAHRTZEUGEN, SUBSYSTEMEN UND VON FÜR DIE  
RAUMFAHRT QUALIFIZIERTEN KOMPONENTEN

**3 TAGE**

**KOSTENLOSE TEILNAHME KONFERENZ**

**400+ AUSSTELLER**

REGISTRIEREN SIE SICH JETZT KOSTENLOS AUF [WWW.SPACETECHEXPO.EU](http://WWW.SPACETECHEXPO.EU)



# Parteien zur Raumfahrt

Anlässlich der Wahl zum 20. Deutschen Bundestag, am 26. September 2021, baton wir die gegenwärtig im Parlament vertretenen Parteien um ihre Meinung zur Raumfahrt und Weltraumforschung unter Einbeziehung folgender Schwerpunkte. Bis auf die AfD übermittelten alle Parteien ihre Standpunkte.

1. Raumfahrt als branchenübergreifende Innovation wie sie u.a. von der DLR-Initiative INNOspace praktiziert wird.
2. Raumfahrt mit Megakonstellationen zur Ausweitung der Kommunikation und Digitalisierung.
3. Förderung des New Space mit KMU und Start-ups.
4. Angewandte Raumfahrt zur Früherkennung und Vermeidung globaler Probleme.
5. Bemannte Raumfahrt als Inspiration für Forscherdrang und Entdeckergeist.

## Zukunftssektor Raumfahrt stärken



Wir GRÜNE wollen den Zukunftssektor Raumfahrt stärken, dabei internationale Wissenschaftskooperationen vorantreiben, einen unabhängigen europäischen Zugang zum All erhalten und am Astronaut-Programm festhalten.

Die Raumfahrt liefert wichtige Erkenntnisse, die für unser Leben große Bedeutung haben, beispielsweise in der Erdbeobachtung oder Klimawissenschaft, und ermöglicht vielfältige konkrete Anwendungen, insbesondere auch in Bereichen wie Kommunikation, Biodiversitäts-Monitoring, Landwirtschaft, nachhaltige Mobilität, Katastrophenschutz und viele andere. Viele dieser Anwendungen können einen Beitrag auch zum Klimaschutz leisten.

Die Anzahl von Anwendungen, die für Klima- und Umweltschutzzwecke hilfreich sind, gerade im Zusammenspiel mit Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz, insbesondere durch die Möglichkeit der Auswertung von großen Datenmengen und der entsprechenden Bild- und Mustererkennungsverfahren, wird noch deutlich wachsen.

Wir GRÜNE wollen insbesondere Forschung, Innovation und Geschäftsmodelle, die einen positiven Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz oder in Bereichen wie Katastrophenbekämpfung leisten können, unterstützen.

Der sich derzeit global dynamisch entwickelnde New-Space-Sektor bietet auch Unternehmen und Start-ups in Deutschland attraktive neue Geschäftsfelder. Voraussetzung für das Erschließen dieser Potenziale und neuer Geschäftsmodelle für die Raumfahrt ist ein entsprechendes Ökosystem aus

Wissenschaft, etablierter Industrie, mittelständischen Unternehmen und Start-ups. Die vorhandenen technologischen Kompetenzen der Branchen gilt es zu erhalten und zu nutzen, insbesondere bei der Bewältigung der zentralen Zukunftsherausforderung des Klimaschutzes. Insbesondere für Start-ups wollen wir die Rahmenbedingungen in Deutschland und Europa verbessern. Gerade für die Schnittstelle zwischen Raumfahrt, Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz ist ein entsprechendes Ökosystem von großer Bedeutung.

Dabei gilt es den Ausbau von Förderprogrammen für Hightech-Start-ups, Gründungszentren und Entrepreneurship-Ausbildungen voranzutreiben.

Wir GRÜNE wollen Start-ups dabei unterstützen, bahnbrechende Technologien auch in neue Geschäftsmodelle, Märkte, Dienstleistungen und Produkte umwandeln zu können. Geeignete Fördermöglichkeiten und Netzwerke für Start-ups und junge Unternehmen auf nationaler und europäischer Ebene können dabei den Unterschied zwischen einer guten Idee auf dem Flipchart und einem weltweit erfolgreichen Unternehmen ausmachen. Ein staatlicher Wagniskapitalfonds kann helfen, Gründer:innen dauerhaft eine Heimat zu geben. Mit einem Zukunftsfonds wollen wir mehr nachhaltige Leuchtturm-Projekte finanzieren, insbesondere in Bereichen wie Greentech, Künstliche Intelligenz oder nachhaltige Mobilität. Bei der öffentlichen Vergabe wollen wir Start-ups besser einbeziehen und vereinfachen dafür Vergabeverfahren. Wir wollen Gründer:innen auch von Bürokratie entla-

ten: Statt sich durch ein Verwaltungsdickicht zu quälen, sollen sie Information, Beratung und Anmeldung in einer zentralen Anlaufstelle erledigen können.

Mit Blick auf die dynamische Entwicklung im Bereich Megakonstellationen sind noch verschiedene offene Fragen zu klären. Grundsätzlich kritisch zu sehen sind Alleingänge einzelner Staaten oder Unternehmen bei der Nutzung und Erschließung des Weltraums.

Die Nutzung des Weltraums sollte in internationaler Kooperation erfolgen, ein abgestimmter internationaler Rechtsrahmen, der auch neueren technologischen Entwicklungen Rechnung trägt und private Akteure klarer reguliert, ist hierfür notwendig. Eine Überarbeitung des Weltraumvertrags von 1967 wie auch anderer weltraumrechtlicher Verträge wie dem Weltraumhaftungsübereinkommen von 1972 ist dringend geboten.

Die Aussicht auf eine satellitengestützte digitale Infrastruktur bietet aber grundsätzlich ein erhebliches Potenzial, wenn es dadurch gelingen würde, schnelles Internet auch in bislang schlecht erschlossenen Gebieten zu ermöglichen. Allerdings sind hierzu noch Fragen offen, angefangen bei den möglichen Gefahren durch Weltraumschrott bis hin zu Fragen der digitalen bzw. technologischen Souveränität. Das Entstehen möglicher weiterer Abhängigkeiten in der digitalen Ökonomie gilt es zu vermeiden, Regulierungsmöglichkeiten durch den deutschen oder europäischen Gesetzgeber müssten sichergestellt sein.

# Raumfahrt: Schlüsselindustrie der Zukunft



Von Thomas Jarzombek



Raumfahrt ist die zentrale Infrastruktur der Zukunft und ist Treiber für Hightech und neue Technologien. Große Aufmerksamkeit erreicht das Thema aber oft erst durch die astronautische Raumfahrt. Sie ist die Königsdisziplin und Kindheitstraum vieler Menschen. In der öffentlichen Aufmerksamkeit stehen die vielen spannenden Wissenschaftsmissionen oft weit hinter den Astronautenstarts zurück. Der Flug des deutschen ESA-Astronauten Matthias Maurer in wenigen Wochen zur ISS ist ein Symbol der internationalen Zusammenarbeit, wenn gleichzeitig ein deutscher und ein französischer ESA-Astronaut auf der Station forschen und arbeiten werden. Die ISS ist weiterhin unverzichtbar für die Forschung im erdnahen Orbit. Hier können Wissenschaft und Industrie unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit neue Technologien erproben. Deutschland nimmt daher innerhalb der Europäischen Raumfahrtagentur ESA eine führende Rolle in der Exploration ein. Jeder Astronaut, der künftig mit einer Orion-Raumkapsel zum Mond und darüber hinaus fliegt, braucht den Antrieb des Europäischen Service Modul ESM. Das ESM wurde zu großen Teilen in Deutschland gebaut und heißt deshalb zurecht Bremen - Hochtechnologie made in Germany. Wir wollen unseren Beitrag zur ESA weiter steigern.

Gleichzeitig hilft Raumfahrt uns, die Herausforderungen durch den Klimawandel zu beobachten und zu verstehen. Ohne Erdbeobachtung würden der Menschheit global und konstant erhobene Daten zum Zustand der Meere und zur Veränderung des Klimas fehlen. Die Mehrheit der Copernicus-Daten und Informationen werden kostenlos, vollständig und offen zugänglich gemacht. Ohne die Galileo-Satelliten im Weltraum wäre ein internationaler und zeitgenauer Aktienhandel nicht möglich, Flugzeuge würden nicht fliegen, sogar die Energienetze sind auf Zeitsignale der Galileo-Satelliten angewiesen.

Gerade in der Bekämpfung der schweren Flutkatastrophe in Deutschland hat sich gezeigt, welchen Beitrag Satelliteninternet leisten kann, wenn erdgebundene Struktur nicht (mehr) vorhanden ist. Megakonstellationen sind der nächste große Schritt der Raumfahrtindustrie und das aus mehreren Gesichtspunkten. Sie zeigen, welchen technologischen Sprung die Industrie gemacht hat. Früher waren Satelliten so groß wie ein Bus, dann wie eine Waschmaschine. Neue Satelliten sind teilweise nur noch so groß wie ein Geschenkkarton für eine Weinflasche. Gleichzeitig ermöglichen Konstellationen den Schritt aus der bisher vorherrschenden Manufakturfertigung hin zu einer industriellen Serienfertigung.

Mit den geplanten Konstellationen stellt sich das Problem des Weltraumschrotts aber noch viel drängender. Wir werden uns deshalb auf internationaler Ebene für eine nachhaltige Nutzung des Weltraums einsetzen, um auch nächsten Generationen den Zugang zum All zu ermöglichen.

Als engagierte Weltraumnation setzen wir nicht nur auf etablierte Raumfahrtunternehmen aus Deutschland, sondern vor allem auch auf den Aufbau eines Newspace-Ökosystems und den starken deutschen Raumfahrtmittelstand, zum Beispiel über

ESA-Technologieprogramme.

Zudem ist in den letzten Jahren - neben dem Ariane-Programm als autonomer Zugang Europas zum All - eine deutsche Industrie für kleine Launcher entstanden. Wir wollen diesen Markt für unser Land erschließen, die bereits im Bundeskabinett beschlossene Präferenz zur Nutzung europäischer Träger trägt ebenfalls dazu bei. Der Paradigmenwechsel hier ist, dass neue Strategien angewendet und Aufträge generiert bzw. Produkte abgenommen werden und damit ein Markt entstehen kann, ohne in die Entwicklung hineinzugehen. Dazu gehört staatliche Nachfrage im Rahmen einer Kleinsatelliteninitiative, der Zugang zu allen EU- und ESA-Startprogrammen, ein Raumfahrtfonds im Rahmen des Zukunftsfonds und ein offener Wettbewerb für die europäischen Träger der nächsten Generation. Es braucht auch deshalb eine weitere Erhöhung des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation.

Innovationen entstehen durch Wettbewerb. Deshalb sind Instrumente wie INNOspace Masters zur Innovationsförderung in dieser Umbruchphase der Raumfahrt so wichtig. Zusammen mit dem weiteren Ausbau der ESA BICs kann hier der Grundstein für innovative Technologien und Geschäftsmodelle der Zukunft gelegt werden.

Diese neu entstandene New Space Industrie darf aber nicht durch bürokratische und finanzielle Auflagen abgewürgt werden, sondern sie braucht eine stabile rechtliche Grundlage. Wir werden ein Weltraumgesetz beschließen, das gründer- und mittelstandsfreundlich ist.

**Thomas Jarzombek**, Mitglied des Deutschen Bundestages, sitzt im Ausschuss für Verkehr und Digitale Infrastruktur und ist seit April 2018 Koordinator der Bundesregierung für die Deutsche Luft- und Raumfahrt.

## Schlüsselbranche Raumfahrt



Die Luft- und Raumfahrt ist für uns eine Schlüsselbranche. Sie verbindet die Hochtechnologien des modernen Informations- und Industriezeitalters und hat viele Innovationen hervorgebracht, ohne die wir uns unseren Alltag kaum vorstellen könnten: Flugverkehr, Wetterdienste oder Navigationsmodule unserer Smartphones sind nur einige Beispiele. Ohne Satelliten, die unsere Erde umkreisen und uns täglich mit Informationen füttern, wären auch große Teile unserer Wirtschaft nicht funktionsfähig. Auch hilft uns die Technik, unsere Klimaschutzziele einzuhalten: Klimamonitoring erfolgt maßgeblich über satellitengestützte Erdbeobachtung.

Die besondere wirtschaftliche Bedeutung der Raumfahrt liegt darin, dass sie grundlegende Infrastrukturen und Innovationen für viele andere Wirtschaftsbereiche möglich macht. Das Satellitennavigationssystem Galileo ist beispielsweise die Basis für neue digitale Mobilitätsformen wie Car-Sharing-Modelle oder die Bereitstellung von Echtzeit-Verkehrsinformationen. Ohne Luft- und Raumfahrttechnik wäre autonomes Fahren undenkbar. Um dieser Bedeutung gerecht zu werden, haben wir uns unter anderem dafür eingesetzt, die Haushaltsmittel im Programm für

Weltraum und Innovation von 2020 bis 2023 auf 297,2 Millionen Euro ansteigen zu lassen. Außerdem ist die Raumfahrt in der Hightech-Strategie 2025 „Forschung und Innovation für die Menschen“ als Schlüsselbereich festgeschrieben.

International ist die Raumfahrt geprägt von einer Wandlung von der ursprünglich vorwiegend institutionell geprägten Raumfahrt hin zu einer zunehmenden Kommerzialisierung. Dieser Entwicklung müssen wir auch in Deutschland Rechnung tragen und die Rahmenbedingungen der Raumfahrt in Deutschland weiterentwickeln. Ein nationales Weltraumgesetz kann hier Investitions- und Rechtssicherheit für nichtstaatliche Raumfahrtaktivitäten schaffen. Dabei geht es auch um die verantwortungsbewusste Nutzung des Weltraums und die Klärung von Schadenersatzansprüchen. Wir müssen in der Lage sein, mögliche Risiken, die aus nationaler oder kollektiver Weltraumnutzung entstehen können, zu beherrschen und einzudämmen.

Die Raumfahrt hat eine enorme Bedeutung bei der Bewältigung globaler Probleme. Eindrückliches Beispiel ist der Klimaschutz. Das Klimamonitoring erfolgt maßgeblich über satel-

litengestützte Erdbeobachtung. So liefert die Luft- und Raumfahrt eindruckliche Bilder und Erkenntnisse über den menschengemachten Klimawandel.

Trotz ihrer erheblichen gesamtgesellschaftlichen Bedeutung mangelt es der Europäischen Raumfahrt immer wieder an der verdienten öffentlichen Aufmerksamkeit. Bilder der bemannten Raumfahrt schaffen es glücklicherweise immer wieder, diese Aufmerksamkeit zu schaffen. Die beeindruckenden Bilder von Alexander Gerst aus dem Erdorbit in den sozialen Medien sind die beste Werbung für den Forschernachwuchs.

Neben den enormen technologischen Chancen für die Digitalisierung und die Zukunft der Kommunikation, werden wir uns in Zukunft stärker mit den Fragen der Weltraumsicherheit beschäftigen müssen. Dabei geht es einerseits um die Abwehr von Gefahren aus dem Weltraum wie die Überwachung von Asteroiden, andererseits braucht es klare Regeln für den Umgang mit Weltraumschrott.

**Philipp Geiger,**  
Sprecher des SPD-Parteivorstandes



Nutzen der Raumfahrt: Dank der Sentinel-Satelliten des europäischen Copernicus-Programms lassen sich zum Beispiel Algenmengen und Trübstoffgehalte des 536 Quadratkilometer großen Bodensees ideal aus dem All überwachen. Sein Zufluss – der Alpenrhein im Südosten – bringt Sedimente aus den Bergen mit, die sich in der Bregenzer Bucht ablagern und diese zunehmend in Land umwandeln. Die Sedimente sind blau eingefärbt und gut in der Aufnahme des Sentinel-1A-Satelliten zu sehen. Foto: ESA

# Mit dem Kopf im Weltraum und den Füßen auf dem Boden

Statement von Janine Wissler und Dr. Dietmar Bartsch,  
Spitzenkandidaten der LINKEN zur Bundestagswahl



„Der Weltraum, unendliche Weite.“ Viele kennen diesen Satz einer bekannten Science-Fiction-Serie, aus der die Faszination für das Weltall spricht. Jeder Blick in die Sterne macht uns Dimensionen bewusst, die im Alltag oft keine Rolle spielen. Gibt es dort draußen anderes Leben? Wo kommen wir her, wo gehen wir hin? Unermüdliche menschliche Neugier und Forscherdrang beflügeln den Geist des Aufbruchs, über den Rand unseres zerbrechlichen Planeten hinauszuschauen. Die Draufsicht aus dem Orbit erfüllt uns mit Ehrfurcht und sollte uns „erden“ für ein gemeinsames Bemühen, die irdischen Probleme lösen zu wollen.

Unendlichkeit ist aber keine politische Dimension und Forscherdrang oder technologische Machbarkeit allein geben keine Auskunft, ob die Mittel sinnvoll eingesetzt werden und die verfolgten Ziele richtig sind. Die LINKE steht Wissenschaft und Forschung offen gegenüber, auch der Raumfahrt. Im Unterschied zu anderen Parteien wissen wir jedoch, dass wir für die Grundlagen- und Anwendungsforschung genügend Mittel der öffentlichen Hand bereitstellen und den Beschäftigten eine gute Arbeits- und Lebensperspektive bieten müssen. Mit Kürzungs- und Spardiktaten („Schwarze Null“) wird man nie Großes erreichen, nur ein wachsendes Hauen und Stechen um

knappe Mittel, was als „Wettbewerb“ missverstanden wird. Unsinnige Vergleiche und Interessenkämpfe überlagern so den sinnvollen Streit um die Ziele der Raumfahrt: soll der Sozialhaushalt aufgestockt, die Schulen modernisiert oder doch lieber in eine neue europäische Trägerrakete und ein Satellitenprogramm investiert werden? Nach individueller Betroffenheit und Interessenlage fallen die Antworten aus, und gehört wird oft auf denjenigen mit bester Lobbyarbeit. Dabei hat Politik relativ unabhängig davon Prioritäten zu setzen in einer offenen Debatte, und selbst wenn üppig Mittel vorhanden sind, sind die unendlichen Bedürfnisse der Weltraumforschung und Anwendung ebenso wenig wie die Unendlichkeit des Weltalls ein entscheidendes Kriterium.

Wir haben sehr drängende Probleme zu lösen – auf der Erde, im Leben miteinander. Wenn etwa der BDI in seinem Positionspapier „New Space“ zur Bundestagswahl eine Wunschliste präsentiert, mag vieles eingängig klingen. Aber die Forderungen sind teilweise unsinnig und die behaupteten positiven Effekte werden sich nicht so einfach einstellen: „Raumfahrt ist für die gesamte deutsche Industrie von zentraler Bedeutung. Sie ist Teil der Lösungen für den globalen Umwelt- und Klimaschutz und für mehr Nachhaltigkeit auf der Erde. [...] Raumfahrt ist ein branchenübergreifender Wachstums- und Innovationstreiber und trägt erheblich zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland, zur Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen sowie zu gesellschaftlichem Wohlstand bei.“

„Die“ Raumfahrt gibt es nicht und die Effekte sind überzogen. Erst in bana-

ler Kombination mit Anwendungsforschung und Produktion auf der Erde ist vieles entstanden, wobei der exakte Beitrag der „Raumfahrt“ für Innovation und Wachstum noch nie genau beziffert werden konnte. Es ist auch klar zu unterscheiden zwischen ziviler und militärischer Forschung und Anwendung, was nicht immer einfach ist. Für uns LINKE ist deshalb eine ernste Debatte darüber wichtig, was die öffentliche Hand fördern und über das Ordnungsrecht ermöglichen soll. „Märchenstunden“ über die Erfolge der Raumfahrt helfen hier nicht.

Die Raumfahrt kann einen wichtigen Beitrag für unsere Gesellschaften leisten. Wir brauchen dazu eine enge Zusammenarbeit nicht nur mit westlichen Partnern, sondern auch mit Russland, China und anderen Nationen. Keiner braucht einen Wettlauf im All oder geopolitischen Wettbewerb, der Ressourcen verschwendet und Konflikte schürt. Wir müssen Geo- und Wetterdaten allen zugänglich machen und die Folgen des Klimawandels für die Weltbevölkerung eindämmen. Wir brauchen bessere satellitengestützte Netze für alle und keine Schwärme von Kleinsatelliten unterschiedlicher Unternehmen, die sich gegenseitig behindern und das bestehende Problem des mit „Schrott“ angefüllten Orbits noch vergrößern. Was wir nicht brauchen, ist ein von steuervermeidenden Milliardenären mit überspanntem Ego angetriebener Weltraumtourismus mit horrender Umweltbilanz. Hier ist durch irdisches Versagen in den letzten Jahrzehnten vieles aus dem Ruder gelaufen. Das Weltall und damit auch die Raumfahrt darf kein privater Spiel- und Marktplatz sein, sondern „gehört“ der gesamten Menschheit.

**DIE LINKE.**

# Weltraumvisionen real werden lassen!

Von Mario Brandenburg



Die Zukunft der Menschheit könnte, sollte, müsste im Weltraum liegen. Die realen und visionären Möglichkeiten sind groß. Die meisten raumfahrtfähigen Nationen haben deshalb bereits ein eigenes nationales Weltraumgesetz erlassen. Auch Deutschland muss endlich ein rechtliches Rahmenwerk für alle Bemühungen im Weltraum verfassen. Zunächst schafft ein solches Gesetz Investitions- und Rechtssicherheit, also Planungssicherheit, für in Deutschland tätige Raumfahrtunternehmen und Investoren. Zudem ist man global noch weit davon entfernt ein gemeinsames Regelwerk zu finden. Ein nationales Gesetz wäre hilfreich, um diese Bestrebungen voranzutreiben und internationale Regelungen mitgestalten zu können. Deswegen kann ein nationales Weltraumgesetz nur der erste Schritt für ein europäisches Regelwerk sein. Die (neue) Bundesregierung sollte sich nach der Einführung eines nationalen Gesetzes für ein EU-weites Weltraumgesetz einsetzen. Ein europäisches Regelwerk wäre ein wichtiger Meilenstein hin zu einer internationalen Einigung.

Die ersten Schritte der Astronauten auf dem Mond im Jahr 1969 waren von visionärem Mut geprägt. An Visionen fehlt es in der Politik in vielen Bereichen der Schlüssel- und Zukunfts-

technologien und ihren Anwendungen. Deshalb hinken wir in etlichen Zukunftsbereichen hinterher und verpassen Chancen, den Weltmarkt zu beherrschen, obwohl wir eine herausragende Grundlagenforschung besitzen. Auch in der Raumfahrt und der Erforschung des Weltalls im Allgemeinen sind die Bestrebungen zögerlich bis nicht vorhanden. Dabei ist der Bereich Raumfahrt nicht nur ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) oder für die Wertschöpfungskette deutscher Raumfahrtunternehmen, sondern erzeugt Innovationen und neue Ideen auch für etliche andere Anwendungsbereiche, die Forscher:innen gern in Deutschland umsetzen wollen und die viele Branchen nutzen können, wie zum Beispiel die vielen Verschränkungen mit den Quantentechnologien zeigen.

Der deutsche Mittelstand hat eine überragende Position in Europa. Das muss auch in der Raumfahrt gelingen. KMU in Deutschland müssen im wissenschaftlich-industriellen wie im hoheitlichen Raumfahrt-Ökosystem an Missionen angemessen beteiligt werden. Deshalb wollen wir eine sinnvolle, langfristige, den Raumfahrtzyklen entsprechende Finanzierung ermöglichen. Raumfahrt-KMU brauchen statt kurzfristig-konservativer Kreditvergabe-Kriterien langfristig angelegte Kriterien, die dem Charakter dieser Innovationsbranche gerecht werden - vor allem aufgrund ihrer langen Laufzeit und ihrer auf unsere gesamte Volkswirtschaft ausstrahlenden strategischen Bedeutung.

Gleichzeitig werden wir die Entwicklung eines eigenen Experimentiersatelliten unterstützen. Nur mit schneller und regelmäßiger Zertifizierung von Raumfahrt-Innovationen deutscher KMU kommen wir auf dem New-Space-Markt voran. Deutschland braucht einen eigenen Satelliten für KMU, auf

dem sie ihre Komponenten testen können - also ein „Trainingscamp im Weltall“. In der Raumfahrt gibt es meist kein eigenes Testfeld oder keinen Experimentierraum. Komponenten werden entwickelt, aber nicht getestet. Raumfahrttechnologie sollte auch im Weltraum erprobt werden. Ein Experimentiersatellit, ähnlich wie ein Testfeld am Boden, qualifiziert die Technologie als tauglich.

Der Weltraum ist faszinierend. Deshalb ist es der Traum vieler Kinder, einmal die Erde von oben zu sehen und als Astronaut:innen ins Weltall zu fliegen. Die Chancen für eine Karriere als Astronaut:innen sind dennoch sehr gering. Dabei gibt es sogar eine Raumfahrtindustrie in Deutschland, die die Ausgangsbedingungen für die Ausbildung zu Astronaut:innen stellen kann. Mit Alexander Gerst hat Deutschland einen Vorzeige-Raumfahrer. Astronaut:innen benötigen ein naturwissenschaftliches Studium, denn sie sind in erster Linie Wissenschaftler. Für diesen Karriereweg müssen wir Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene frühzeitig motivieren sowie ermutigen - am besten schon in der frühkindlichen Entwicklungsphase. Deutschland braucht also frische Ideen, innovative Köpfe, mehr politischen sowie gesellschaftlichen Mut und reale Visionen von einer Zukunft im Weltall. Dazu gehören die bildungspolitischen Rahmenbedingungen genauso wie die effektive Förderung der deutschen und europäischen Raumfahrtindustrie, damit wir Forscher:innen genauso wie Unternehmer:innen gewinnen und moderne Technologien für die Raumfahrt entwickeln können. Nie gab es mehr zu tun!

**Mario Brandenburg** ist technologiepolitischer Sprecher der Freien Demokraten im Deutschen Bundestag, Obmann im Ausschuss Digitale Agenda, war Obmann in der Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ und sitzt im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung.

# Der Mensch kehrt zum Mond zurück und wird bleiben

Ein Gespräch mit Andreas Hammer, Airbus Space-Standortleiter Bremen



**RC:** Herr Hammer, Sie sind jetzt etwas mehr als ein Jahr in der neuen Funktion als Airbus-Standortleiter in Bremen und Leiter der Explorations-Aktivitäten von Airbus tätig. Wo liegen die Schwerpunkte Ihrer Arbeit?

**Andreas Hammer:** Kurz nach meinem Start in Bremen habe ich mich als Standortleiter zunächst im Schwerpunkt um das pandemiebedingte Krisenmanagement zum Schutz der Gesundheit unserer Beschäftigten und der Aufrechterhaltung des Betriebes gekümmert. Wir sind bisher, dank der hervorragenden Disziplin unserer Mitarbeiter und umfangreicher Schutzmaßnahmen am Standort, sehr gut durch die Krise gekommen.

Schwerpunkt meiner Aufgabe in Bremen ist es, alle Aktivitäten der Airbus Defence and Space im Bereich Space Exploration zu führen, laufende Programme erfolgreich umzusetzen sowie unsere künftigen Aktivitäten vorzubereiten und die Zukunft des Standortes mitzugestalten. Ich habe in den ersten Monaten nach Übernahme der Position meine Organisation entsprechend angepasst und an der Struktur unserer wesentlichen institutionellen Partner ausgerichtet, so dass wir unsere Aktivitäten in den Be-

reichen Suborbitale Raumfahrt/LEO (Low Earth Orbit), Mond und Mars effektiv und kundenorientiert gebündelt haben.

Airbus war und ist Hauptauftragnehmer der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) für alle wesentlichen Programme im Bereich der bemannten und unbemannten Raumfahrt. Das europäische Raumfahrtlabor der ISS „Columbus“, der Raumtransporter „ATV“ (Automatic Transfer Vehicle), sowie das davon abgeleitete und weiterentwickelte European Service Module (ESM) für das NASA-Raumerschiff Orion sind einige prominente Beispiele, „made in Bremen“! Auch beim Betrieb der Internationalen Raumstation (ISS) setzt die ESA auf Airbus. Darauf können wir stolz sein.

Dies verschafft uns eine sehr gute Ausgangsposition für die Zukunft, u.a. im Rahmen der geplanten Explorations-Aktivitäten von ESA und NASA in den Bereichen Mond und Mars.

Mit aktuellen Aufträgen über zusätzliche ESMs für die Artemis Missionen 4-6 und zur Vorbereitung eines European Large Logistic Lander (EL3) für künftige Transporte auf die Mondoberfläche, sowie mit innovativen Programmen in

den Bereichen Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Robotik, können unsere Aktivitäten am Standort Bremen gesichert, weiterentwickelt und ausgebaut werden. Dies schließt insbesondere unsere hochqualifizierten Mitarbeiter\*innen in Bremen ein.

**RC:** Mond ist in aller Munde. Welches Portfolio wird Airbus Deutschland beitragen?

**Andreas Hammer:** Airbus Deutschland wird mit zahlreichen Komponenten und Schlüsselfähigkeiten zu künftigen Aktivitäten im Bereich Mond beitragen.

Für den Transport von Crew und Cargo tragen wir zunächst mit dem bereits genannten European Service Module (ESM), einem missionskritischen Element des amerikanischen Raumschiffes Orion, bei. Das ESM ist u.a. für den Antrieb und die thermische Regelung der Raumkapsel, sowie für die Versorgung der Crew mit Wasser und Sauerstoff verantwortlich. Die erste Mission soll Ende des Jahres aus Cape Canaveral starten. Zunächst noch unbemannt zur Evaluation und Verifikation der Systeme. Die zweite Evaluationsmission ist für 2022 mit



CLTV - ein vielseitiges, autonomes Logistikfahrzeug zur Unterstützung zukünftiger Mondmissionen basierend auf Orion-ESM und ATV.



Neue „ROXY“-Technologie von Airbus verwandelt Mondstaub in Sauerstoff.



EL3 soll wissenschaftliche oder logistische Nutzlasten zur Mondoberfläche befördern.

Crew geplant. Mit der dritten Mission sollen dann in 2024 erstmals seit der letzten Apollo-Mission in 1972 wieder amerikanische Astronauten auf die Mondoberfläche gebracht werden. Die ESMs für die zweite und dritte Mission befinden sich aktuell in der Integration in Bremen.

Darüber hinaus arbeiten wir in Bremen im Auftrag der ESA an einer Phase A/B1-Studie für einen künftigen europäischen Raumtransporter für Nutzlasttransporte zwischen Erde und Mond, dem sogenannten Cis-Lunar Logistics and Transfer Vehicle (CLTV). Für künftige Aktivitäten auf der Mondoberfläche und den Aufbau eines „Mond-Ecosystems“ haben wir in Deutschland zahlreiche Programme in der Entwicklung. Hierzu zählt u.a. der sogenannte „Roxy-Prozess“, mit dem meine Mitarbeiter in Friedrichshafen

zusammen mit internationalen Forschern ein System entwickeln konnten, mit dem aus Mondstaub Sauerstoff generiert werden kann. Dies wird für eine künftige menschliche Präsenz auf dem Mond von elementarer Bedeutung sein.

**RC:** *Wie sieht die Kooperation mit anderen deutschen Einrichtungen bezüglich Mond aus; DLR, OHB, KMU?*

**Andreas Hammer:** Raumfahrtprojekte sind in der Regel Kooperationsprojekte, an denen zahlreiche Partner aus Wissenschaft und Industrie, einschl. vieler KMUs beteiligt sind. So auch bei unseren Schwerpunktprojekten wie dem European Service Modul. Darüber hinaus finden zahlreiche vorbereitende Maßnahmen für künftige Aktivitäten Europas und Deutschlands im Bereich der Mondexploration statt.

Dies erfolgt in Kooperation mit anderen deutschen und europäischen Einrichtungen und Partnern, insbesondere auch mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Sehr vielversprechend werden dabei künftige Aktivitäten auf der Mondoberfläche gesehen, wie beispielsweise der Bereich „ISRU – In-Situ Resources Utilization“, der auch für KMUs und Start-ups ein großes Betätigungsfeld bieten wird.

**RC:** *Bartolomeo ist die erste kommerzielle Außenplattform Europas, die maßgeblich von Airbus entwickelt wurde. Wie ist der Stand?*

**Andreas Hammer:** Bartolomeo ist eine Airbus-Investition in die ISS-Infrastruktur und ein erster und sehr wichtiger Schritt Europas zur Kommerzialisierung der ISS. Die Bartolomeo-Plattform wurde mittlerweile an der Außenseite des europäischen Columbus-Moduls installiert und die Funktionsfähigkeit erfolgreich getestet. Die Plattform bietet sehr gute Experimentalbedingungen mit freier Sicht zur Erde und in den Weltraum, einschließlich einer eigenen Kommunikationseinheit für die Datenübertragung zur Erde mit sehr hohen Datenraten. Mit Bartolomeo bietet Airbus einen „All-In-One-Mission-Service“ an, der anwenderorientiert und auf die Kundenwünsche hin flexibel ausgestaltet wird. Der Service kann bei Bedarf auch die Entwicklung der für die Anwendung erforderlichen Nutzlasten beinhalten. Die Plattform eignet sich u.a. hervorragend für In-Orbit-Technologie demonstrieren, -verifikationen oder für den Betrieb von Nutzlasten zur Erd-/Weltraumbeobachtung und für die Herstellung oder Montage von Weltraumstrukturen, um nur einige wenige Beispiele zu nennen. Bartolomeo kann damit für diese Anwendungszwecke auch eine kostengünstige Alternative gegenüber anderen Weltrauminfrastrukturen, wie Satellitensysteme, darstellen. Bartolomeo Services und Informationen zum Angebot können über unsere Internetseite gebucht bzw. abgerufen werden.

**RC:** *Bald wird der nächste deutsche Astronaut, Matthias Maurer, zur ISS aufbrechen. Ist Airbus dort involviert?*

**Andreas Hammer:** Wir freuen uns sehr, dass mit Matthias Maurer in Kürze wieder ein ESA-Astronaut aus Deutschland einen Einsatz auf der ISS bekommen wird. Die Mission hat unsere volle Unterstützung. Wir sind u.a. durch den Betrieb des Columbus-Moduls in die Aktivitäten von Matthias Maurer involviert und während diverser Experimente auch direkt mit ihm aus unserer Bodenkontrollstation in Bremen verbunden.

**RC:** *An welchen Projekten arbeitet Airbus darüber hinaus? Welche Zukunftsvisionen gibt es?*

**Andreas Hammer:** Raumfahrt wird weiter an Bedeutung gewinnen. Die Abhängigkeiten auf der Erde von raumgestützten Systemen und ggf. auch von Ressourcen aus dem Weltraum werden weiter steigen. Sicherer Betrieb und Schutz unserer Weltrauminfrastruktur wird dabei an Relevanz gewinnen. Weltraumforschung ist und bleibt ein wichtiger Innovationsmotor zur Entwicklung von Technologien, die uns helfen werden, die Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte besser zu verstehen und zu bewältigen. Der nächste große Schritt im Weltraum wird der Aufbau eines Ökosystems mit permanent menschlicher Präsenz auf dem Mond sein. Neben der Infrastruktur und den Aktivitäten auf dem Mond umfasst dies auch die gesamte Logistik von der Erde zum Mond und später ggf. auch weiter zum Mars.

Wir arbeiten daher wie bereits erwähnt an zahlreichen Projekten und Technologieentwicklungen in diesem Bereich. Mit EL3, CLTV, Roxy und anderen Schlüsselementen möchten wir integraler Bestandteil dieses Ökosystems werden.

„In Space Manufacturing“, also die Integration von Systemen im Weltraum und ggf. auch die Herstellung von Basismaterialien vorort, wird Realität werden. Dies wird die Raumfahrtindustrie revolutionieren, da man sich durch Wegfall aufwändiger und im Umfang bzw. im Startvolumen begrenzter Transportkapazitäten von der Erde ganz andere Möglichkeiten zum Aufbau großer Strukturen im Weltraum erschließen wird. Wir arbeiten daher intensiv an



Der europäische Earth Return Orbiter soll erstmals Mars-Proben zur Erde bringen. Fotos: Airbus

Fähigkeiten u.a. in den Bereichen Robotik und 3D-Druck.

Die Beteiligung an Mars-Missionen ist ebenfalls Teil der Zukunft von Airbus. Mit der Mars Sample Return Mission werden wir ganz entscheidende Beiträge leisten. Unser Sample Fetch Rover (SFR) wird die von Perseverance gesammelten Mars-Proben aufnehmen und mit einem Trägersystem in die Umlaufbahn des Mars bringen. Dort wird der von Airbus produzierte Earth Return Orbiter (ERO) die Proben an Bord nehmen und zurück zur Erde transportieren. Diese Erkenntnisse werden maßgeblich zur weiteren Erforschung des Weltraums und ggf. Erschließung von Ressourcen beitragen. Für alle Aktivitäten ist der sichere Betrieb der Systeme im Weltraum eine wichtige Voraussetzung. Wir arbeiten daher u.a. auch an Lösungen zur besseren Erkennung von Gefahren im Weltraum sowie zur Vermeidung und Entfernung von Weltraumschrott.

In den letzten Jahren haben sich die Rahmenbedingungen für Entwicklung und Betrieb von Satellitensystemen, insbesondere im Telekommunikationssektor, maßgeblich verändert. Wir haben darauf u.a. mit der Entwicklung unserer innovativen „OneSat“-Plattform reagiert, die den Kunden hohe Flexibilität bei Konfiguration und Betrieb sowie eine erheblich kürzere Integrationszeit bietet.

Letztendlich vollzieht sich auch im Bereich der Satellitensysteme auf-

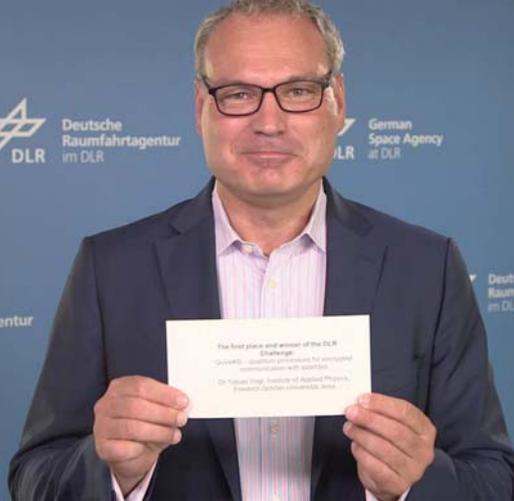
grund der über die letzten Jahre rasant gestiegenen Zahl an Akteuren und Systemen im Weltraum eine Transformation, die wir aufmerksam verfolgen und der wir mit einer kontinuierlichen Anpassung unseres Portfolios begegnen.

Raumfahrt hat und wird auch künftig erheblichen Einfluss auf unser tägliches Leben haben. Abhängigkeiten von raumgestützten Systemen und Dienstleistungen werden mit zunehmender Digitalisierung weiter steigen. Der Nutzen dieser Systeme wird insbesondere bei Naturkatastrophen, wie wir sie im Sommer auch in Deutschland bei den Hochwassern erleben mussten, deutlich. Modernes Krisenmanagement ist ohne satellitengestützte Erd- und Wetterbeobachtung, Kommunikation und Navigation nicht mehr denkbar. Auch Raumfahrtforschung und die Erschließung neuer Ressourcen werden für künftige Generationen von zunehmender Relevanz sein.

Daher ist es wichtig, dass sich Europa und Deutschland klar positionieren und in die Raumfahrt investieren.

**RC:** *Vielen Dank für das informative Gespräch. Wir wünschen maximalen Erfolg für die großen Herausforderungen.*

Mit Andreas Hammer sprachen  
Ute Habricht und Uwe Schmalिंग.



Auch in diesem Jahr konnte der Wettbewerb aufgrund der Corona-Pandemie nicht als Präsenzveranstaltung durchgeführt werden.

Dr. Walther Pelzer verkündet den Gewinner der DLR-Challenge.  
Foto: DLR

# INNOspace Masters – Innovationen für nachhaltige Infrastrukturen - im Weltraum und auf der Erde

## Die Gewinner 2021



Der INNOspace Masters wird von der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR veranstaltet und ist in die Initiative INNOspace® eingebettet. Die AZO Anwendungszentrum GmbH Oberpfaffenhofen führt den jährlichen INNOspace Masters im Auftrag der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR seit 2015 durch. Partner des Wettbewerbs sind Airbus, OHB, die DB Netz AG sowie die deutschen ESA Business Incubation Centres Bavaria & Northern Germany sowie Hessen & Baden-Württemberg. 79 % der Einreichungen stammten aus Nicht-Raumfahrt-Branchen.

**KONTAKT:** Dr. Franziska Zeitler, E-Mail: [franziska.zeitler@dlr.de](mailto:franziska.zeitler@dlr.de), Deutsche Raumfahrtagentur im DLR, Internet: [www.dlr-innospace.de](http://www.dlr-innospace.de)  
Philipp Hahner, E-Mail: [philipp.hahner@dlr.de](mailto:philipp.hahner@dlr.de), Deutsche Raumfahrtagentur im DLR, Internet: [www.innospace-masters.de](http://www.innospace-masters.de)

## Challenge der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR

1



### QuVeKS – Quantenprozessoren für verschlüsselte Kommunikation mit Satelliten

Dr. Tobias Vogl, Institut für Angewandte Physik, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Universell einsetzbarer Quantenprozessor, welcher die komplette Architektur von der Quantenlichtquelle bis zu den Detektoren zu einem kompakten Schaltkreis vereint. Dieser lässt sich ähnlich wie ein Computerchip frei programmieren und somit können verschiedenste Anwendungen adressiert werden.

**Vorteile:** Abhörsichere Kommunikation, höhere Datenraten als mit herkömmlichen Lasern, flexible Use Cases durch universelle Programmierung, zukünftige Anwendungsfälle mit lokaler Wertschöpfungskette.

2



Alexander Hilgarth



Prof. Sergio Montenegro

### TOMOPLEX – Eine Sensorfolie für die Überwachung von Strukturen während eines Raumfahrtfluges und unter Belastung

Alexander Hilgarth, Prof. Sergio Montenegro, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Sensorfolie mit alternativen Messverfahren, die insbesondere die Elektrische Impedanz Tomographie (EIT) nutzbar macht, welche bisher im Bereich der Luft- und Raumfahrt unüblich ist. Die Sensorfolie ist dabei der Schaltungsträger für ein drahtloses Sensornetzwerk.

**Vorteile:** Kontinuierliches Echtzeitmonitoring unter Belastung während des Fluges. Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für Wiederverwendbarkeit. Kostenreduzierung durch optimierte Wartung mit Hilfe neuartiger Analysedaten.

3



### SpaceFlow

Jan Girschik, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen

Neuartiges Energiespeicherkonzept für die Raumfahrt, welches die multifunktionale Integration eines unvergleichbar langlebigen sowie besonders betriebssicheren Redox-Flow-Batteriesystems in die Stützkonstruktion von Raumflugkörpern beinhaltet.

**Vorteile:** Sehr hohe Lebensdauer und theoretisch unbegrenzte Zyklenfestigkeit. Besonders hohe Betriebssicherheit und umweltneutrale Zellchemie. Hohe Bauraumeffizienz mit Mehrfachnutzen.

## Gesamtgewinner und 1. Platz der ESA BIC Start-up Challenge

1



### PhySens – Intelligente Systemwartung und Stromüberwachung

Katharina Ostaszewski, PhySens GmbH, Braunschweig

Basierend auf Raumfahrttechnologien der ESA Rosetta-Mission entwickelt die PhySens GmbH eine berührungslose, nicht invasive und einfach nachrüstbare Sensorik zur Strommessung. Der Sensor wird einfach auf ein Kabel aufgelegt und misst mithilfe räumlich aufgelöster Magnetfeldmessungen berührungslos Ströme in allen Adern gleichzeitig.

**Vorteile:** Neue berührungslose Stromsensorik, basierend auf Raumfahrttechnologie. Voraussetzung für Industrie 4.0 und Digitalisierung. Risikoarme, einfache Installation und flexible Nutzung, auch für zukünftige Raumfahrtanwendungen.

2



### Kompaktes, intelligentes System für Weltraumunabhängigkeit (SISSI)

Marcus Witt, Metrom Mechatronische Maschinen GmbH, Hartmannsdorf, Sachsen

Miniaturisiertes Bearbeitungssystem auf Basis einer 5-Achs-Parallelkinematik. Der modulare Grundaufbau sowie die inhärenten Merkmale der auf der Erde bewiesenen Funktionsweise werden neu ausgelegt, montiert und in Betrieb genommen.

**Vorteile:** Einfacher und modularer Maschinenaufbau. Hohe Präzision durch Selbstkalibrierung. Bearbeitung unter widrigen Umgebungen durch Staubschutz und Temperaturkompensation. Bearbeitungsvielfalt dank einheitlicher mechanischer Schnittstelle und automatisierter Werkzeugwechsel. Robustheit durch hohe Eigensteifigkeit der Ikosaederstruktur. Geringe bewegte Masse führt zu niedrigem Energieverbrauch der Maschine.

3



Jorge Remirez Miguel,



Alfredo Martinez Ramirez

### Neue Plattform für biologische Mikrogravitationstests

Jorge Remirez Miguel, Alfredo Martinez Ramirez, JMP ingenieros SL, Spanien

Mit der Plattform Micro G Scope (MGS) kann ein neuartiges Fluoreszenz-Kontakt-CMOS-Mikroskop und eine spezielle Anzuchtchamber für biologische Untersuchungen im Weltraum in einen CubeSat eingebaut werden. Beim ersten Einsatz sollen Krebsmedikamente im Weltraum getestet werden.

**Vorteile:** Neues Zellkammer- und Mikroskop-Design für biologische Experimente im Weltraum, basierend auf einer linsenlosen Bauweise ohne bewegliche Teile und in der Größe einer Kreditkarte. Geringere Kosten und Zeit für die Durchführung von Experimenten. Neuer Komplettservice für die Pharmaindustrie, bei dem Experimentvorbereitung, Missionsdurchführung und Datenüberprüfung für den Kunden transparent sind.

## Airbus Challenge

1



Nils Helset



Konstantin Varik

### DigiFarm – weltweit genaueste Erfassung von Feldgrenzen für die Präzisionslandwirtschaft

Nils Helset, Konstantin Varik, DigiFarm AS, Norwegen

DigiFarm hat in den letzten zwei Jahren einen hochauflösenden Algorithmus für Bilder der beiden Sentinel-2-Satelliten entwickelt und so die Bildauflösung um das Zehnfache vergrößert – von 10m auf 1m. Damit wurde ein Modell für ein tiefes neuronales Netz zur automatischen Erfassung von Feldgrenzen in großem Umfang geschaffen.

**Vorteile:** Auflösung von Sentinel-2-Daten von 1m pro Pixel, wodurch Geodaten mit Submetergenauigkeit erreicht werden. Produktpakete mit APIs für problemlose Integration und Einrichtung. Einfaches SaaS-Preismodell für B2B- und B2G-Kunden ab 0,03 Euro pro Hektar/Jahr.

2



Morten Fjord Pedersen, Malthe Dahl Jensen

### Ein vielseitiger Ansatz für wolkenfreie optische Satellitendaten

Morten Fjord Pedersen, Malthe Dahl Jensen, ClearSky Vision, Dänemark

ClearSky Vision integriert die Daten verschiedener Raumfahrtmissionen (Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8 und andere) und nutzt ein neuartiges neuronales Netz zur Vorhersage urbaner und landschaftlicher Veränderungen unter der Wolkendecke. Diese Datenfusion ist für verschiedene Satelliten wiederholbar.

**Vorteile:** Zeitsynchronisierung mittels GNSS mit Genauigkeit 1-stelliger Nanosekunden. Kosteneffiziente Anwendung unabhängig von der Anschlussdistanz. Kostensenkung der Infrastrukturen in urbanen Gebieten und verbesserter GNSS-Empfang in Innenräumen. Software-Lizenzierungsmodell für Massenmarkt. Geringe Komplexität und Wartung für End-Nutzer.

3



## ALReCo – das neue Verbundmaterial von Orbit Recycling für eine nachhaltige Monderkundung

Frank Koch, Orbit Recycling, Berlin

Mit ALReCo wird Mondstaub (Regolith) mit aus Weltraumschrott gewonnenen Materialien vermischt, um seine physikalischen Eigenschaften zu verbessern. ALReCo besitzt eine höhere Wärmekapazität und -leitfähigkeit und kann so Energie um vieles besser speichern. Es ist auch für Konstruktionselemente besser geeignet.

**Vorteile:** ALReCo ermöglicht ein Recyclingkonzept für Weltraumschrott, das sich selbst finanziert. Es verringert den Materialtransport während des Baus der Mondstation. ALReCo bietet flexible Einsatzmöglichkeiten, von Konstruktionselementen bis hin zu Energiespeicherlösungen.

## OHB Challenge

1



### DEBRIS – Bedarfsgerechte Reinigung des Weltraums

Niklas Wendel, juFORUM e.V.

DEBRIS ist ein Kleinsatellit zur aktiven Trümmerbeseitigung im Weltraum. Er nutzt seinen geometrieunabhängigen Multi-Capturing-Capable-Mechanismus zum Einfangen vieler Trümmer, um sich an Zielobjekte anzuhängen. Nachdem DEBRIS physischen Kontakt mit dem Zielobjekt aufgenommen hat, verwendet er passive Vorrichtungen.

Das sind ein Schleppsegl und ein elektrodynamisches Tether, um Schrott mit großer Flexibilität aus dem Orbit zu entfernen.

**Vorteile:** Kleinsatellitenlösung für die aktive Weltraummüllbeseitigung, geometrie-unabhängige Multi-Capturing-Technologie, hochgradig skalierbares und kosteneffizientes Design.

2



### Nachhaltiger Raumfahrtantrieb durch Wasser als Treibstoff

Christian Stampa, Westoverledingen (Niedersachsen)

Die Erhitzung des Wassers auf den Plasmazustand und dessen Expansion in einer Düse bildet eine hoch-effektive, aber dennoch einfache Art des Elektroantriebs. Die hohe, erreichbare Temperatur ermöglicht eine erhebliche Einsparung an Treibstoffmasse gegenüber chemischen In-Orbit-Antriebssystemen. Die Anregung des Autors ist es, die Fortschritte in der Elektronik und Fertigung zu nutzen, um dieses

bekannte Konzept im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes auf eine neue Stufe zu heben.

**Vorteile:** Wasser als grüner und preiswerter Treibstoff, einfache und langfristige Zuverlässigkeit durch berührungslose Erhitzung, unkomplizierter Zulassungsprozess aufgrund der hohen Sicherheit, mehr Nutzlast als bei chemischen Antriebssystemen.

3



### DLTEO – One-Stop-Shop für den Markt mit Erdbeobachtungsdaten

Ignaty Romanov-Chernigovsky, DLTEO GmbH, Graz

Die DLTEO GmbH entwickelt ein dezentrales, transparentes, skalierbares und faires neues Marktmodell, das KI-gesteuert ist. DLTEO hat ein neues serverloses, skalierbares, dezentralisiertes Fusion Computing-Paradigma entwickelt, das es ermöglicht, kundenspezifische digitale EO-Assets transparent und dennoch vertraulich in Quasi-Echtzeit an jedem Punkt im Datenlebenszyklus zu verarbeiten und zu vertreiben.

**Vorteile:** One-Stop-Shop für alle Marktebenen (Downstream, Midstream, Upstream), Kaufen/Verkaufen/Verarbeiten von Daten. Kunden behalten die volle Kontrolle. Die Daten sind immer verschlüsselt, vollständig quelloffener und extern überprüfbarer Tech Stack, einzigartige dezentrale Architektur, die auf modernster Technologie basiert. Unterstützung für komplexe Daten- und Verarbeitungslizenzvereinbarungen (Abonnements, Qualitätsgarantien usw.).



## INNOspace Masters 2021/22

Bereits zum siebten Mal sucht der INNOspace Masters nun nach innovativen Transferideen zwischen der Raumfahrt und anderen Branchen. Das Motto der neuen Wettbewerbsrunde lautet: "Nachhaltige und effiziente Innovationen für die Raumfahrt und die Erde".

Die neue Einreichungsphase startet am 18. Oktober 2021 und geht bis zum 4. Februar 2022.

Alle Challenges und Preise finden Sie im qr-code oder hier: <https://innospace-masters.de/de/challenges/>



## DB Netz AG Challenge

1



### PhySens GmbH – Magnetische Infrastrukturüberwachung

Henriette Struckmann, PhySens GmbH, Braunschweig

Drahtlose und direkte Überwachung von Bahninfrastruktur basierend auf Magnetfeldmessungen, mittels eines einfach anzubringenden Sensors. Damit können Zustandsdaten für Weichen, Bahnübergänge oder Signale gesammelt und cloudbasiert ausgewertet werden. Mit Hilfe des Systems können so Verspätungen reduziert und im Rahmen der vorausschauenden Wartung Instandhaltungskosten gesenkt und die Lebensdauer der Infrastruktur verlängert werden.

**Vorteile:** Nachrüstbares, einheitliches System zur Überwachung von Infrastruktur. Mechanisch robuster, autarker Sensor und cloudbasierte Datenverarbeitung. Vermeidung von Störung und kostenintensiver Instandhaltung des Netzes.

2



### KI-Gestützte Luftbildanalyse für eine kontinuierliche Überwachung der Infrastruktur und für eine vorbeugende Wartung

Adrian Sossna, HACARUS INC., Japan

Die HACARUS-Lösung stützt sich auf eine KI-Engine, die auf dem proprietären Sparse Modeling basiert und die diese Herausforderungen auf einzigartige Weise meistert. Die Kernalgorithmen ermöglichen die Erstellung hochpräziser KI-Modelle aus kleinen Datensätzen, was bedeutet, dass sie auch in der Lage ist, neue Objekte von Interesse schnell hinzuzufügen.

**Vorteile:** Ermöglicht eine Verlagerung von intervallbasierter zu bedarfsorientierter Instandhaltung, bietet sofortige Erkenntnisse dank eines Überblicks über die Standorte von Objekten und deren Veränderung über die Zeit, ermöglicht eine Remote-Durchführung von Wartungs- und Überwachungsarbeiten.

3



Prof. Florian Siegert



Dr. Sven Schmid

### Überwachung von Verkehrswegen mittels solar-elektrisch betriebem Ultraleichtflugzeug und neuartiger Multisensor-3D-Technologie

Prof. Florian Siegert, 3D RealityMaps GmbH, München

Dr. Sven Schmid, Elektra Solar GmbH, Landsberg am Lech, Bayern

Neues, luftgestütztes Geodatenerfassungs- und Auswertesystem, das bestehende Verfahren zum Vegetations-Monitoring entlang von Gleisen deutlich verbessert. Es besteht aus einem umweltfreundlichen, solar-elektrisch betriebenen Ultraleichtflugzeug, einem Multisensor-3D-Kamerasystem und KI-Algorithmen zur Auswertung der erfassten Daten.

**Vorteile:** Extrem effiziente und umweltfreundliche Erfassung von Geodaten aus der Luft. Detaillierte Zustandserfassung der Vegetation mit einem Multisensor-3D-Kamerasystem. Digitalisierung von bis zu 400 km Verkehrsweg pro Tag. Eignung auch für Straßen-Management und Monitoring von Baumaßnahmen (BIM). Berechnung von virtuellen 3D-Modellen und digitalen Zwillingen in bisher unerreichter Detailgenauigkeit.

## Statistik

Unter dem Motto „Innovationen für nachhaltige Infrastrukturen – im Weltall und auf der Erde“ richtete sich der INNOspace Masters 2020/2021 an KMU, Start-ups, Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus aller Welt. Insgesamt haben 330 Teilnehmer:innen aus 23 verschiedenen Ländern 126 Ideen eingereicht. Der Innovationswettbewerb fördert sowohl Innovationen für eine nachhaltige Zukunft der Raumfahrt als auch die Anwendung von bestehenden Technologien, Diensten und Apps aus der Raumfahrt für ein nachhaltigeres Leben auf der Erde.

Seit 2015 haben 1.220 Teilnehmer:innen, darunter Unternehmen, Start-ups, Universitäten, Forschungseinrichtungen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Einzelpersonen aus 26 europäischen Ländern mehr als 500 Ideen eingereicht. Insgesamt stellte der Wettbewerb bisher Preisgelder und Förderungen von über 8,1 Millionen EUR bereit.

**Zusammenstellung:** Ute Habricht, Fotos: jeweilige Unternehmen



ESA  
Technology Broker  
Germany



# Zurück zur Erde – Potenziale der Raumfahrt für Innovationen von Morgen

Von Johannes Schmidt und Dr. Frank Zimmermann

Innovation ist nicht immer die Erfindung einer brandneuen oder revolutionären Technologie. Die effizientesten Innovationen entstehen durch die Nutzung bestehender Technologien für Zwecke, die nichts mit ihrer ursprünglichen Anwendung zu tun haben. Dieses Prinzip wird als "Technologietransfer" bezeichnet. Technologietransfer ist besonders effektiv in der Raumfahrt, wo Technologien nach sehr hohen Standards entwickelt werden müssen, damit sie ausfallsicher, zuverlässig und langlebig sind. Durch die mit dem Technologietransfer in Verbindung stehenden Innovationen leistet die Raumfahrt erhebliche Beiträge für mehr Wirtschaftswachstum und zukunftsfähige Arbeitsplätze. Der hohe irdische Nutzen der Raumfahrt wird eindrucksvoll durch etliche Beispiele belegt. Raumfahrttechnologien sind

Bestandteil unseres täglichen Lebens – ohne dass wir es überhaupt bemerken. Die Europäische Raumfahrtagentur ESA hat hier das Programm „Space Solutions“ etabliert, das in Deutschland mit Mitteln der deutschen Raumfahrtagentur im DLR umgesetzt wird.

Die Raumfahrt ist ein internationaler Wachstumsmarkt sowie Technologie- und Konjunkturmotor in Deutschland und Europa. Erkenntnisse aus der Raumfahrt finden in vielen anderen Industriezweigen und im Alltagsleben auf der Erde Anwendung. Die Branche verbindet einen Großteil von Hochtechnologien, wie z. B. Informations- und Kommunikationstechnologien, Werkstoffe und Materialien, Leichtbau und Oberflächentechnologien, Mechatronik und Robotik, Steuer- und Regeltechnik, Energiesysteme und Wasserstoff, Sensor- und Prüftechnologien, Medizintechnik und Life Science sowie Quantenphysik und Künstliche Intelligenz.



Johannes Schmidt



Dr. Frank Zimmermann

Daneben werden die Raumfahrtleistungen Erdbeobachtung, Satellitenkommunikation und Satellitennavigation in unserem täglichen Leben in vielfacher Weise genutzt.

Diesen kommen zukünftig eine immer höhere Bedeutung zu im Kontext der Klimaschutzpolitik, als Frühwarnsysteme für Extremwetterlagen, der Ernährungssicherheit, einer optimierten Flächennutzung, einer effizienten Verwendung knapper Ressourcen und für Ertragsprognosen. Auch im Hinblick auf Biodiversitätsschutz und eine nachhaltige Landwirtschaft wird die Raumfahrt immer wichtiger, u.a. durch Umweltbeobachtung, Monitoring und Schutz der biologischen Vielfalt sowie der Erfassung von Landnutzungsänderungen.

Die Europäische Weltraumorganisation ESA ist Europas Tor zum Weltraum. Sie soll die Entwicklung der europäischen

Raumfahrt koordinieren und fördern – und natürlich sicherstellen, dass die diesbezüglichen Investitionen allen Europäern dauerhaften Nutzen bringen. Um den Technologietransfer aus der Raumfahrt weiter zu beschleunigen wurde der Bereich „Space Solutions“ aufgebaut. ESA Space Solutions ist die Anlaufstelle für großartige Geschäftsideen, die Raumfahrt in allen Bereichen von Gesellschaft und Wirtschaft nutzen. Die Aufgabe von Space Solutions ist es, innovative Unternehmen in Europa bei der Nutzung von Raumfahrtstechnologie und der Entwicklung von Raumfahrtanwendungen zu unterstützen, die Satellitenanwendungen und Raumfahrtstechnologie nutzen.

Das Programm ist so konzipiert, dass es mehrere Anlaufstellen bietet, wie die ESA Business Incubation Centres (ESA BICs), das ESA Technology Broker Network und das ESA Business Applications Programm. Dieses Netzwerk stellt weltweit das größte Innovationsnetzwerk für Raumfahrt und deren Anwendungen dar und besteht aus mehreren Gruppen von Akteuren.

Das „ESA Technology Broker Network“ besteht aus Technologiebrokern in den jeweiligen Mitgliedsstaaten der ESA. Die Technologietransferaktivitäten in Deutschland werden mit Mitteln der deutschen Raumfahrtagentur im DLR durchgeführt. Der ESA Technology Broker Germany besteht aus den beiden Firmen cesah GmbH und EurA AG, welche auf diesem Gebiet bereits jahrelange erfolgreiche Erfahrungen und große Erfolge aufweisen können.

### Space is Knowledge

Zur Vermittlung und Unterstützung der Transferaktivitäten wird ein über 25 Jahre erfolgreich erprobtes und sowohl breitbandig angelegtes als auch zielgerichtetes Instrumentarium eingesetzt, das sich vornehmlich aus den sich synergetisch verstärkenden bidirektionalen Vorgehensweisen des „Technology Push“ und „Market Pull“ zusammensetzt. Diese beinhalteten sowohl die Zusammenstellung eines als transferfähig bewerteten Angebotes an Raumfahrtstechnologien und die nach-

folgende Suche nach potenziellen Kunden als auch die Erfassung von konkreten technologischen Nachfragen der Industrie und die anschließende Suche nach geeigneten Lösungen in der Raumfahrt.

Die Wirksamkeit und die Effizienz der angewandten Transfermethodik wird von inzwischen mehr als 200 erfolgreich initiierten Transfers im ESA-Programm dokumentiert. Die beteiligten Parteien haben sich bisher erhebliche Umsatz- und Kosteneinsparpotenziale erschlossen. Nachfolgend einige Beispiele.

#### Hochleistungsbremsscheiben für Personenkraftwagen

Eine auf faserverstärkter Keramik basierende Hochtemperatur-Wärmeschutztechnologie für ein wiederverwendbares Raumtransportsystem führt zu marktfähigen Keramikbremsscheiben für PKWs.

#### Plasma eliminiert Fettgerüche

Plasmaexperimente auf der Internationalen Raumstation ISS führen zu einem kommerziellen Geruchsfilter, der die unerwünschten Gerüche von Fritteusen durch eine Plasmaquelle eliminiert.

#### Dosierventil für Getränke vom Kometen in die Dose

Ventil zur Dosierung des Gasflusses in den vorgesehenen Kaltgas-Triebwerken eines Kometen-Landers führt zur exakten Dosierung von Aromakonzentraten in Getränken, z.B. Energy Drinks.

Kontakt und weitere Informationen:  
<https://www.esa-technology-broker.de/>

Als zusätzliche Fördermaßnahme und jüngstes Modul zur Unterstützung und Beschleunigung des Technologietransfers von Raumfahrtstechnologien und Know-how in den Nicht-Raumfahrtbereich wurde in Deutschland seit Anfang des Jahres 2021 das sogenannte „Spark Funding“ etabliert:

- Zielgruppe: Unternehmen, mit Schwerpunkt auf KMU und Start-ups, sowie Forschungseinrichtungen und Universitäten.
- Projektvolumen: 80.000 €
- Förderquote: 75%

Der ESA Technology Broker Germany ist für die Vergabe und Umsetzung des Spark Fundings in Deutschland verantwortlich. Über dieses Instrument konnten zwischenzeitlich 10 Themen für eine Förderung positiv bewertet werden, wie z. B.:

- Elektronische Nase zur frühzeitigen Erkennung von Krankheiten und Schädlingsbefall in der Bienenzucht und im Pflanzenanbau.
- Neuartige Aktuatoren und Auslöselemente für harsche Umgebungsbedingungen, wie extreme Kälte, Vakuum und Strahlung.
- Ein Smart-Tracking-System für die Logistik zur automatischen, autonomen und exakten Ortung von Einheiten oder Waren in großen Gebieten.
- Neuartige und kostengünstige erdgebundene Mikrogravitationsplattform für Experimente in der Schwerelosigkeit.
- Spezialtextilien zur Risikoreduzierung von Aerosol-Ausbreitung und Erhöhung des Schutzes vor Keimen und Viren, wie z.B. aktuell Covid-19.
- Reibungsreduzierung für ein neuartiges Multi-Shuttle-System in der Logistik.
- Kleine, kostengünstige und einfach zu bedienende Roboterzellen zum Greifen und zur Positionierung von Stoffzuschnitten in der Textilindustrie.

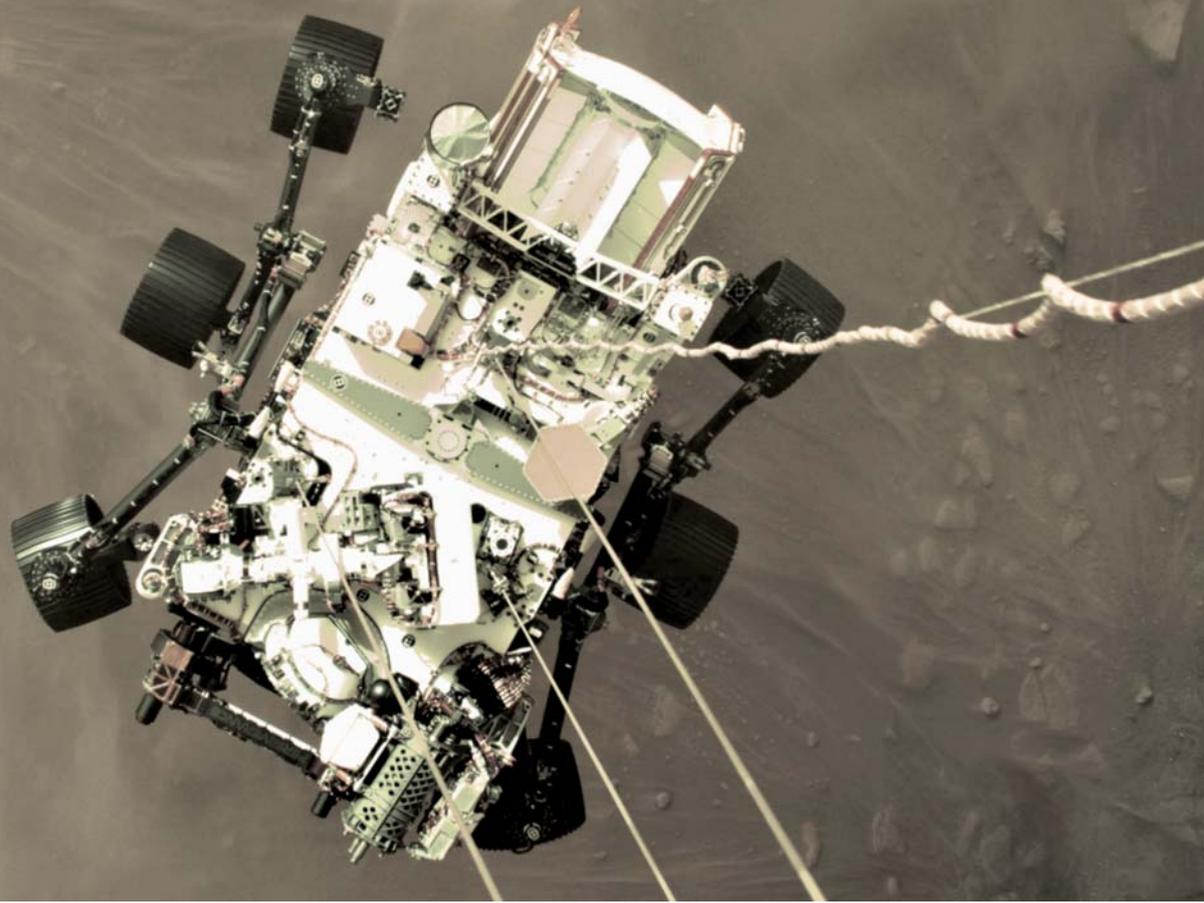
Gewinner sind neben Großunternehmen insbesondere KMUs und Start-ups, die mit dieser Unterstützung völlig neuartige Produkte in den terrestrischen Markt bringen werden.

#### Die nächste Einreichungsfrist für Ideen ist der 4. Oktober 2021.

Alle Informationen und Unterlagen auf:  
<https://www.esa-technology-broker.de/spark-funding>  
Fragestellungen über:  
[SparkFunding@esa-technology-broker.de](mailto:SparkFunding@esa-technology-broker.de)

**Johannes Schmidt** ist Mitglied der Geschäftsleitung der EurA AG und Leiter der Niederlassung Aachen.

**Dr. Frank Zimmermann** ist Geschäftsführer der cesah GmbH.



Der Rover Perseverance wurde von der Landestufe an drei 7,6 Meter langen Nylonschnüren auf die Oberfläche herabgelassen. Die vierte Verbindung ist eine Art Nabelschnur, die u.a. den Bodenkontakt meldete und das Durchtrennen der Nylonschnüre pyrotechnisch veranlasste. Die Landestufe – auf Kollisionskurs mit Perseverance – flog dann schräg weg und stürzte in sicherer Entfernung ab. Foto: NASA/JPL-Caltech

## Marszeit (Teil 40)

# Wo versteckt sich das Leben auf dem Mars?

Von Ulrich Köhler

Zwei Hände reichen nicht mehr, um die Zahl der aktiven Sonden zu zählen, die sich auf dem Mars oder in einer Umlaufbahn um den Planeten befinden. Tatsächlich sind gegenwärtig 14 robotische Geräte am Mars aktiv, die elf Missionen zugeordnet werden können – eine Mission besteht aus zwei, eine sogar aus drei „Einzelteilen“. Warum dieser Drang nahezu aller raumfahrenden Nationen und Organisationen, unserem äußeren Nachbarplaneten auf die Pelle zu rücken?

Der Mars ist, keine Frage, das Premiumziel der Planetenforschung. Das wissenschaftliche Augenmerk liegt dabei auf der Suche nach einer Antwort auf die Frage, ob der Mars einst Leben beherbergt hatte oder das

vielleicht sogar noch heute tut. Wie und wo nur ließe sich diese Frage dort endlich beantworten? Denn sie steht schon seit Jahrzehnten im Raum. Wo könnten Spuren von einstigem oder sogar noch präsentem Leben zu finden sein? Dazu wird inzwischen vor allem von NASA und ESA in langmütiger Hartnäckigkeit ein enormer Aufwand betrieben. „Folge dem Wasser!“ ist die Direktive der Internationalen Marsforschungs-Gruppe, einer Institution, die weltweit die Aktivitäten hierzu koordiniert. Wasser, das ist sicher, gab es auf dem Mars, vor Milliarden von Jahren vermutlich sogar reichlich.

Um das Gedränge auf dem Mars verstehen zu können ist ein Rückblick auf weniger glorreiche Zeiten der Marsforschung hilfreich. Schließlich galt der Planet vor 30 Jahren noch als nur sehr schwierig erreichbares Ziel,

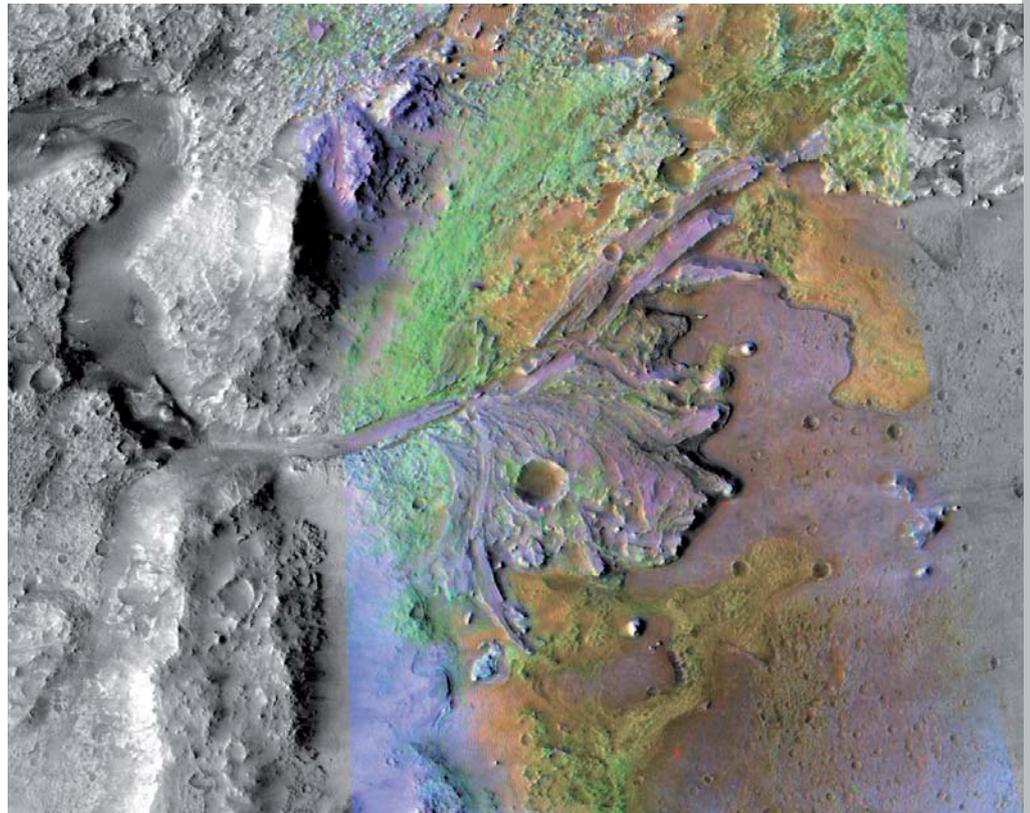
an dem eine Mission nach der anderen scheiterte und es nach den glorreichen Viking-Zeiten (1976–81) kaum noch eine Sonde in die Umlaufbahn oder auf den Boden schaffte. So verfehlten nacheinander 1989 die (noch sowjetischen) Orbiter Phobos 1 und 2 ihr Ziel, der Mars Observer der NASA sendete 1993 drei Tage vor Ankunft keine Signale mehr, die russische Mission Mars 96 schaffte es statt auf eine Transferbahn nur in den Ostpazifik (mit zwei guten deutschen Stereokameras an Bord). Als die NASA 1999 noch zwei weitere Missionen verloren hatte (Mars Climate Orbiter und Mars Polar Lander) spottete der Economist, dass es auf dem Mars ein raumsondenfressendes Ungeheuer gebe, den Mars Ghoul, das sich alles Blech der Erde bei der Annäherung an sein Reich schnappte und einverlebte.

## Aus Fehlern gelernt

Doch man lernte aus den Fehlern, und das Blatt wendete sich – oder das Ungeheuer war satt und besänftigt eingeschlafen. 1997 gelang der NASA mit der Mission Mars Pathfinder ein technischer Durchbruch, indem sie eine weiche Landung mit neuer Technik wagte: Die kleine Landeplattform mit dem vielzitiert „schuhkartongroßen“ Fahrzeug Sojourner war für die letzten Meter des Abstiegs nach der Fallschirmphase in großen Airbags eingepackt, die das ganze Landepaket mehrere Male über die Marsoberfläche hüpfen ließen. Als das Airbagknäuel zur Ruhe kam war noch alles intakt und der Mars-Pfadfinder absolvierte als erste mobile Mission ein vierteljähriges Beobachtungsprogramm, das ganz neue Möglichkeiten der Marsforschung aufzeigte.

Pathfinder war Vorläufer einer erfolgreichen Zwillingssmission der beiden Mars Exploration Rover, Spirit und Opportunity, die 2004 landeten. Beide Fahrzeuge wogen knapp 200 Kilogramm und hatten Kameras auf einem anderthalb Meter hohen Mast, die spektakuläre Einblicke in die Landschaft lieferten. Die Rover waren viel stabiler als gedacht: Spirit gab erst 2011 nach fast acht Kilometern seinen ‚Geist‘ auf, und Opportunity ist als Mars-VW-Käfer („er läuft und läuft und läuft“) Rekordhalter der robotischen Raumfahrt: Am 10. Juni 2018 erreichte das letzte Lebenszeichen die Erde, nach bisher unerreichten 45 Kilometern.

In jenen Jahren gelang es auch, mehrere ausdauernde Orbiter am Mars zu platzieren. Zunächst Mars 2001 Odyssey, der noch heute aktiv ist, gefolgt vom europäischen Mars Express. Gleich die erste Planetenmission der ESA war ein Riesenerfolg. Die NASA folgte mit dem Mars Reconnaissance Orbiter mit den bislang schärfsten Adleraugen, dem Kamerasystem HiRISE, das Bildauflösungen von bis zu 30 Zentimeter pro Bildpunkt erzielt. 2014 folgte die indische Mars Orbiter Mission (MOM,



Ziel der Mission Mars 2020 ist der 45 Kilometer große Krater Jezero, der vor fast vier Milliarden Jahren von zwei Zuflüssen gespeist wurde, die ein Delta aus Sedimenten abgelagert hatten. Das Falschfarbenbild zeigt spektroskopisch identifizierte Tonminerale (blau) und Karbonate (gelb/grün). Foto: NASA/JPL-Caltech/MSSS/JHU-APL

oder Mangalayaan) und die NASA mit MAVEN. Letztere widmet sich der Untersuchung der Marsatmosphäre, wie auch die 2016 gestartete ESA-Sonde ExoMars Trace Gas Orbiter, die Spurengase in der Gashölle des Planeten messen soll, die Hinweise auf Stoffwechsel von Lebewesen auf dem Mars geben könnten.

Erfolgreich gelandet wurde noch dreimal: 2008 erstmals mit der NASA-Polarstation Phoenix, 2012 mit dem schon legendären, tonnenschweren Mars Science Laboratory und seinem Rover Curiosity im Krater Gale (noch heute aktiv) und 2018 mit einer stationären NASA-Sonde, der geophysikalischen Mission InSight. An Bord zwei europäische Experimente: ein französisches Seismometer und eine deutsche Tiefensonde zu Messung des Wärmeflusses aus dem Marsinneren. Letztere konnte allerdings nicht alle ihr gestellten Aufgaben erfüllen und wurde im Januar 2021 eingestellt. Aber InSight gelang es, den schalenförmigen Aufbau und die Struktur des Planeten, die Größe des Metallkerns und die Mineralogie im Marsmantel zu verstehen.

## Mars 2020 – das Beste, was der Mars bisher gesehen hat

Während die Orbiter von ESA und NASA routiniert ihre Ellipsen ziehen (seit 2021 ist auch ein Orbiter der Vereinigten Arabischen Emirate dabei), spielt die eigentliche wissenschaftliche Musik heute auf dem Boden. Zurzeit sind vier Raumsonden auf dem Mars aktiv: Neben dem nun auch schon seit neun Jahren robusten Rover Curiosity noch die Geophysikstation InSight und seit diesem Jahr zwei noch mal spektakulärere Neuankömmlinge, Mars 2020 Ingenuity und die chinesische Mission Tianwen1 mit einem Landemodul und dem Rover Zhurong, über die an anderer Stelle in dieser Ausgabe berichtet wird.

In der Mission Mars 2020 und ihrem Rover Perseverance („Hartnäckigkeit“) kulminiert die Marsforschung der letzten 20 Jahre. In ihr fließen alle Erkenntnisse ein, die bei den geschilderten Missionen gewonnen wurden und nun mit noch einmal modernisiertem Instrumentarium auf einer mobilen Plattform für die Suche nach Spuren von Leben, sogenannten

Biosignaturen, zum Einsatz kommen. Gelingen soll der ‚große Wurf‘ in einem Gebiet, das nach fünf Jahren in einer akribischen Iteration von Hunderten von Marsforschern ausgewählt wurde: der 45 Kilometer große Krater Jezero am Rande des Isidis-Einschlagsbeckens nahe des Marsäquators, am Übergang zwischen südlichem Marshochland und den nördlichen Tiefebenebenen gelegen. Vor mehr als dreieinhalb Milliarden Jahren war der heute knochentrockene Jezero-Krater von einem See angefüllt, in dem von zwei Zuflüssen abgelagerte Sedimente ein vielgestaltiges Flussdelta hinterlassen haben. Spektraldaten aus dem Orbit zeigten, dass es hier viele unterschiedliche Gesteine in Form von Sedimenten gibt, die auf der Erde oft in Zusammenhang mit fossilem Leben stehen – Karbonate beispielsweise, oder Tonminerale. Mit dem Experimentierkasten von Perseverance könnte es gelingen, Spuren potenziellen früheren Lebens zu identifizieren.

### Post vom Mars für die Erde

Die ganz große Nummer: Erstmals soll es mit Mars 2020 gelingen, Proben von einem anderen Planeten zu nehmen und diese von einer späteren Mission abholen und zur Erde bringen zu lassen. Dazu verfügt der Rover über einen Bohrer, mit dem 38 bleistiftgroße Gesteinsproben aus den unterschiedlichen Gesteinen gezogen werden und an drei Stellen in Jezero in dafür ausgelegten Probenkanistern für die spätere Abholung deponiert werden sollen.

Zwei zukünftige, gemeinsam von NASA und ESA geplante Missionen sollen diese hermetisch abgedichteten ‚Konserven‘ in den frühen 2030er Jahren zur Erde bringen – zunächst mit einem „Fetch Rover“, einem Rover zum Einsammeln der Kanister, der nach getaner Arbeit zu seiner Basis zurückkehren und die Kanister in eine kleine Trägerrakete schieben soll, die in die Marsumlaufbahn starten und dort mit einer Rückkehrsonde koppeln würde. Auf der Erde sollen die Proben dann von Wissenschaftlern auf der ganzen Welt mit Analysegeräten, die viel zu groß und komplex wären, um sie zum Roten Planeten zu schicken, eingehend untersucht werden. Gelingt dies, wäre ein weiterer bedeutender Meilenstein der Raumfahrt und der Planetenforschung erreicht. Bevor es dazu – und zu den vielen anderen wissenschaftlichen Aufgaben – allerdings überhaupt kommen kann, musste die Mission erst einmal sicher auf dem Mars landen. Öfters schon wurde auf die für die Hunderte von Ingenieuren, Technikern, Wissenschaftlern und Missionsverantwortlichen kaum erträgliche, aber unvermeidliche siebenminütige Landung eingegangen, die „sieben Minuten des Schreckens“ (Seven Minutes of Terror – ein ausgezeichnetes Video der NASA lässt sich leicht im Netz finden), in denen wegen der elfminütigen Verzögerung des auf der Erde eintreffenden Funksignals keine Möglichkeit des aktiven Eingreifens besteht. Der Landevorgang verläuft vollautomatisch, ein Husarenritt mit

am Ende extrem feinem Fingerspitzengefühl durch die bisweilen etwas unberechenbare Marsatmosphäre.

### Sieben nervenzehrende Minuten

Am 18. Februar 2021 war es soweit, 203 Tage nach dem Start. Die Transferstufe erreichte den Mars und schubste den unter einem Hitzeschutzschild und einer Abdeckung verpackten Rover mit einer Geschwindigkeit von 15.000 km/h im vorberechneten Winkel in den Atmosphären-Zielkorridor. Es folgte die kritischste Missionsphase: Beim zunächst vierminütigen Abbremsen allein durch die Reibung der dünnen Marsatmosphäre erhitze sich der Schutzschild auf fast 1.500 Grad Celsius. Dabei wurden 95 Prozent der kinetischen Energie aus dem Landespänn genommen, so dass elf Kilometer über Grund ein Überschall-Fallschirm entfaltet werden konnte; der Hitzeschild wurde abgesprengt. Für den weiteren Abstieg verglichen ein Radar und Kameras ihre Informationen über die möglichen Landestellen in Echtzeit mit einprogrammierten Landkarten und Geländemodellen, um dann die finale Landestelle mit kleinen Düsenstößen anzupeilen. Noch nie konnte in dieser Präzision auf dem Mars gelandet werden.

Zwei Kilometer über dem Boden wurden die Abdeckung mitsamt Fallschirm abgesprengt und die Landetriebwerke gezündet. Diese steuerten das Gespann über die ausgewählte Landestelle und bremsten es 20 Meter

*Ausschnitt aus einem 360-Grad-Bildmosaik der MastCam-Z, der Zoom-Stereokamera auf Perseverance vom 16. April 2021 am „Van-Zyl-Aussichtspunkt“. Gut zu sehen sind die Spuren der Räder und die Abhänge des Flussdeltas im Bildmittelgrund. Rechts erkennt man am Horizont den etwa tausend Meter hohen Rand des in 10 km Entfernung befindlichen Kraters Jezero.*





Beispiel für die herausragende Aufnahmequalität der MastCam-Z auf Perseverance, die sowohl direkt vor dem Rover als auch in großer Entfernung gestochenen scharfe Bilder liefert. Die Szene ist etwa drei Meter breit, die Bildauflösung beträgt bis zu einem Millimeter pro Bildpunkt.

über der Oberfläche auf 2,7 Kilometer pro Stunde ab. Nach dem Ausklappen der sechs Räder wurde der Rover an drei sich abrollenden Nylonseilen 7,6 Meter von diesem Sky Crane, dem „Himmelskran“, auf den Boden abgesenkt. Als Perseverance Bodenkontakt zur Abstiegsstufe meldete, wurden die Seile durch pyrotechnisch gezündete Klappen durchtrennt.

Die in der Luft verbliebene Antriebseinheit flog davon, bevor sie in sicherer Entfernung auf der Marsoberfläche aufschlug. „Touchdown confirmed“, hieß es im Kontrollzentrum unter lautem Jubel hinter Coronamasken. Ein weiteres Mal hatte die NASA sich mit diesem anspruchsvollen Manöver selbst übertroffen, die eigentliche Mission konnte beginnen. Der zeitversetzte „Kamera-Livestream“ der Landung ab dem Moment der

Entfaltung des Fallschirms wurde über den Orbiter MAVEN zur Erde gespiegelt, wenige Sekunden nach dem Aufsetzen gab es erste Fotos von der Landestelle und noch am ersten Tag ein 360-Grad-Panorama. Keine Mission hatte je so viele Kameras im Einsatz, es sind 23. Die wichtigste dabei ist die MastCam-Z auf dem zwei Meter hohen Beobachtungsmasten, das ‚Z‘ steht für ‚Zoom‘. Das von der Arizona State University (mit wissenschaftlicher Beteiligung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, dem DLR) beigesteuerte Kamerasystem liefert gestochenen scharfen Aufnahmen vom Horizont bis direkt vor dem Rover.

### Nur das Beste an Instrumenten

Ebenfalls auf dem Mast befindet sich die SuperCam (auch mit DLR-Be-

teiligung), eine Mikro-Kamera mit einem Laser zur geochemischen und mineralogischen Analyse von Gesteinen, das ohne Kontakt organische Bestandteile identifizieren kann. Darunter ist die Wetterstation MEDA angebracht, unter dem Chassis das Radar RIMFAX zur Untersuchung von Strukturen unter der Oberfläche. Mit dem Experiment MOXIE soll erstmals aus dem Kohlendioxid der Marsatmosphäre Sauerstoff extrahiert werden, ein Verfahren, das für zukünftige, auch astronautische Missionen wichtig werden könnte.

Ein mechanisches Wunderwerk ist der bewegliche Instrumentenarm mit der WATSON-Kamera, dem UV-Spektrometer SHERLOC und dem Röntgen-Spektrometer PIXL, das bei den beteiligten Forschern keine analytischen Wünsche offenlässt. Mit diesen In-





Am 6. August 2021 wurde der erste Versuch unternommen, einen Gesteinskern aus den „Pflastersteinen“ genannten, fragmentierten Felsen am Boden aus einem Bohrloch zu ziehen und zum Transport auf die Erde in einem Spezialbehälter zu verstauen. Die Informationen von Perseverance und der Augenschein (von Bohrklein umgebenes Bohrloch, rechts des Greifarm-Schattens) deuteten auf einen Erfolg hin, doch in das Behältnis wurde kein Bohrkern überführt, weil dieser regelrecht zu Staub zerbröselte. Fotos: wenn nicht anders angegeben: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

strumenten sollen auch die Stellen untersucht und dann ausgewählt werden, an denen Proben mit dem Bohrer entnommen werden. Das Prozedere der Probennahme ist komplex und aufwändig. Es umfasst eine ausgiebige Charakterisierung des geologischen Kontextes, Referenzmessungen an äquivalenten Stellen, Abkratzen der obersten, durch äußere Einflüsse veränderten Gesteinsschicht und schließlich den Bohrprozess, die Entnahme des Bohrkerns, die Übergabe an den Rover mit Wiegen und Versiegeln und eine umfangreiche Dokumentation. Ein erster Bohrversuch wurde im August durchgeführt, zunächst nicht mit dem gewünschten Erfolg.

Seither ist ein gutes halbes Jahr vergangen. Nach dem Testen der Funktionalität aller Systeme kam es am 19. April 2021 zu einem weiteren „First“, einer technischen Demonstration, die durchaus als Sensation bezeichnet werden kann. Die Mission führte einen knapp zwei Kilogramm schweren Helikopter namens Ingenuity mit sich, der auf den Mars abgesetzt wurde und nun das erste menschengemachte, gesteuerte Fluggerät auf einem anderen Himmelskörper ist (an anderer Stelle in dieser Ausgabe ausführlich beschrieben). Die eigentliche mobile Mission

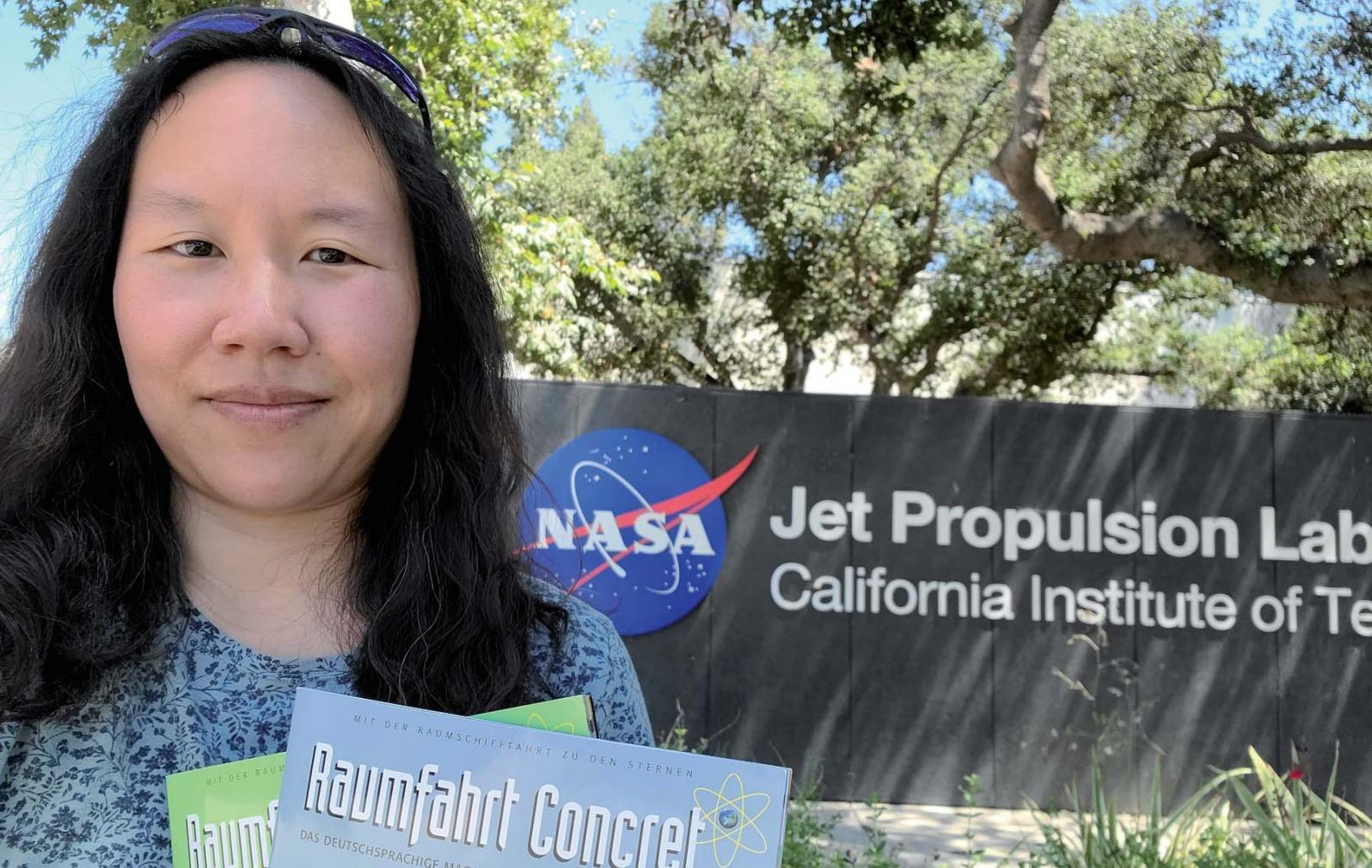
von Perseverance schreitet im Großen und Ganzen wie geplant voran. Für den Rest des Jahres sind Untersuchungen von Gesteinen in der Tiefebene des Kraters vorgesehen, dessen Boden vor allem von vulkanischen Gesteinen geprägt ist. Dazu fährt der Rover – zeitweise autonom – gegenwärtig durch Gebiete im Südwesten der Landestelle. Anschließend ist eine Rückkehr dorthin geplant, ehe es in westlich-nordwestlicher Richtung auf die Böschungen der Deltaschüttungen zugehen soll und 2022 auf diese hinauf. Perseverance legt dazu bis zu 100 Meter am Tag zurück, ein deutlicher Fortschritt gegenüber den Vorläufermissionen.

### Ergebnisse ab 2022 ff.

Erste wissenschaftliche Ergebnisse sind 2021 noch nicht zu erwarten, doch aus Respekt vor dem amerikanischen Steuerzahler, der die über 2,7 Milliarden Dollar teure Mission (2,4 Mrd. \$ Bau, Start und Transfer; 300 Mio. \$ Betrieb auf dem Mars) übt die NASA für gewöhnlich Druck auf die Wissenschaftler aus, der Öffentlichkeit rasch Resultate zu präsentieren. Die Mission ist offiziell nur für ein Marsjahr ausgelegt, was etwa zwei Erdenjahren entspricht. Doch wie bei allen Marsmissionen zuvor dürfte auch Perseverance, angetrieben von

Radiothermoelektrischen Generatoren (RTGs) mit  $^{238}\text{Pu}$  Plutonium, viele Jahre länger durch den Krater Jezero auf seinen Seesedimenten rollen. Denkbar und auf dem Wunschzettel ist auch ein Vordringen ins Hinterland durch eines der in Jezero mündenden Täler, wo noch einmal ganz andere Gesteine untersucht werden könnten, die wie die Delta-Sedimente im Kontakt mit Wasser waren und deshalb wichtig sein könnten zum Erreichen des großen Ziels: vielleicht doch endlich Spuren von fossilem Leben auf unserem Nachbarplaneten zu identifizieren. Die nächste große Mission, die diese Entdeckung machen könnte, steht gewissermaßen schon fast auf der Startrampe: Die Mission ExoMars, Teil II, mit dem Rover Rosalind Franklin, einem gemeinsamen Projekt der ESA mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos – Start: August 2022.

**Ulrich Köhler** ist Planetengeologe und seit 30 Jahren am DLR-Institut für Planetenforschung mit der Untersuchung vor allem der erdähnlichen Planeten befasst. Er ist auch für die Öffentlichkeitsarbeit am Institut verantwortlich.



## Ingenuity - die Marsmücke

Mit der US-Mars-Mission 2020 gelangte auch der Mini-Helikopter Ingenuity auf den Roten Planeten. Zum Zeitpunkt des Interviews war der Helikopter noch nicht im Einsatz. Inzwischen ist er bereits mehrere Male geflogen (siehe auch nachfolgenden Beitrag). In dem Entwicklungsteam arbeitete Amelia Quon, die ein gutes Beispiel für eine erfolgreich integrierte Frau in einer bislang vorwiegend männlich geprägten Domäne ist. Inzwischen ist sie beim Projekt NISAR beteiligt, einer Zusammenarbeit zwischen der NASA und der indischen Raumfahrtbehörde ISRO zur Entwicklung eines Radarsystems für einen Erdüberwachungssatelliten.

**RC:** Können Sie uns etwas zu Ihrem Beruf erzählen?

**Amelia Quon:** Ich bin eine Maschinenbauingenieurin. Vor allem arbeite ich im Bereich der mechanischen Inte-

gration. Wir konstruieren viele der Werkzeuge, mit denen man die Raumfahrzeuge zusammenbaut und prüft. Wir unterstützen die Kollegen später auch beim Bau und der Prüfung der Fahrzeuge. Ich arbeite z.Z. am Projekt Europa Clipper mit, aber das Projekt zuvor war die Entwicklung und der Bau des Minicopters für die Mars-Mission 2020. Ich habe einen Bachelor- und Master-Abschluss in Ingenieurstechnik.

**RC:** Wie entwickelte sich Ihr persönliches Interesse?

**Amelia Quon:** Ich wuchs in Houston, Texas auf. In der Stadt befindet sich das NASA-Raumfahrtzentrum (Lyndon B. Johnson Space Center) und das Mission Control Center. Auch die Astronauten werden in Houston ausgebildet. Ich denke, der Weltraum fasziniert mich so, weil es solch eine lebensfeindliche Umgebung ist, wenn man die Temperatur, den Luftmangel und die fehlende Schwerkraft für Menschen berücksichtigt. Fahrzeuge

zu bauen, mit denen Menschen in den Weltraum vorstoßen können, war für mich eine faszinierende Möglichkeit. Es war einiges in den sechziger Jahren möglich geworden: Menschen landeten zum Beispiel auf dem Mond.

**RC:** War das für Sie ein einschneidendes Erlebnis?

**Amelia Quon:** Ja, zweifelsohne. Manchmal ist es einfacher sich vorzustellen, wie leer der Weltraum und wie groß die Distanzen sind. Die Apollo-Mission brauchte einige Tage, um dort anzukommen und auch wieder einige Tage, um zur Erde zurückzukehren.

Es ist wichtig, dass dieses Wissen an junge Leute weitergereicht wird. Das JPL besucht Grundschulen in der Region und bietet gewisse erste Einblicke in die Weltraumfahrt. Wir versuchen den Kindern zu zeigen, wie weit entfernt die einzelnen Planeten voneinander sind. Man nimmt eine Schnur und reiht mehrere Bohnen in den entsprechenden Abständen auf. Schnell entdecken die Kinder, dass die

Sonne in einer weit entfernten Ecke des Raumes versteckt ist. Die Abstände zwischen den Bohnen sind so groß, dass man über die Leere des Weltraums staunt.

**RC:** *Gibt es denn aktuell in den Vereinigten Staaten ausreichend Nachwuchskräfte für Naturwissenschaften und Ingenieurwesen?*

**Amelia Quon:** Ich weiß nicht, ob es ein Problem bei der Rekrutierung gibt. Ich würde vielleicht sagen, dass das Studium nicht ganz so attraktiv wie BWL oder die freien Künste ist. Ich bin überzeugt, dass wir uns ein wenig mehr anstrengen könnten, die Wichtigkeit von Mathematik und Naturwissenschaften hervorzuheben. Manche Menschen fürchten sich geradezu vor der Mathematik. Natürlich muss niemand unbedingt Integrale beherrschen, weil es eine ganze Menge an Berufen gibt, die das nicht in ihrem Profil verlangen. Ich denke dennoch, dass es unserer Gesellschaft nicht schadet, mit den Grundlagen der Mathematik vertraut zu sein. *(Amelia Quon nennt an dieser Stelle das englische Wort numeracy, das man mit Rechnen übersetzen könnte, was aber zu schwach ist. Es ist in Anlehnung an literacy gebildet, was nicht nur die Fähigkeit des Lesens und Verstehens meint, sondern eine Allgemeinbildung und Interesse an Wissen. Quon fordert dies analog auch für die Mathematik beziehungsweise den Umgang mit Zahlen. – Anmerkung der Redaktion).*

**RC:** *Manchmal werden die Schüler zu wenig begleitet und finden dann keinen eigenen Weg zu dem Thema Raumfahrt und Naturwissenschaften. Wie ich das verstanden habe, sind Sie aus eigenem Interesse zu dem Thema gestoßen?*

**Amelia Quon:** Ja, durch die Begeisterung für den Weltraum. Mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten sind notwendig, um in diesem Bereich arbeiten zu können. Ich hoffe, dass dieser Helikopter, an dem wir derzeit arbeiten, andere Jugendliche und Erwachsene inspiriert, mehr über den Weltraum,

Mathematik oder die Naturwissenschaften herauszufinden. Manche der Dinge in diesen Bereichen sind gar nicht so gruselig, wie es vielleicht auf den ersten Blick scheint.

**RC:** *Können Sie uns denn über den bereits erwähnten Helikopter etwas berichten? Wie testet man einen Mars-Hubschrauber auf der Erde?*

**Amelia Quon:** Die erste Herausforderung besteht in der Entfernung des Mars von der Erde. Es benötigt einige Zeit, bis hin zu fünfzehn oder zwanzig Minuten, um ein Radiosignal zum Mars zu senden. Das hängt wesentlich von den Umlaufbahnen der beiden Planeten ab. Wir konnten also ziemlich schnell ausschließen, den Helikopter mit einem Joystick von der Erde aus zu bedienen. Ähnlich, wie man sonst ein Modellauto steuert. Man drückt den Hebel nach vorne und das Auto bewegt sich entsprechend. Das geht mit der Distanz zwischen Erde und Mars leider nicht.

**RC:** *Ich denke, vor Ort gibt es noch weitere Schwierigkeiten?*

**Amelia Quon:** Der Mars weist einige Eigenschaften auf, die für Helikopter nicht ideal sind. Zunächst hat man dort nur 1 Prozent der Erdatmosphäre. Das wäre in etwa mit einem Berg dreimal so hoch wie der Mount Everest vergleichbar. In solcher Höhe fliegen keine Helikopter. Die Luft ist viel zu dünn. Als das Mars-Vehikel entworfen wurde, wurde sehr auf ein leichtes Gewicht geachtet. Die Rotoren des Hubschraubers bewegen sich sehr schnell im Vergleich zu einem Helikopter auf der Erde, um den Auftrieb zu generieren, den man fürs Abheben braucht.

**RC:** *Wie wurde das getestet?*

**Amelia Quon:** Wir testeten ein Miniaturmodell in der JPL-Vakuumkammer. Dort konnten wir den Atmosphärendruck reduzieren, so dass der Helikopter in marsähnlicher Umgebung fliegen konnte. Die Rotationen der Rotorblätter werden auf der Erde durch die dichtere Atmosphäre stabilisiert, was auf dem Mars unmöglich ist.

Eine Analogie wäre vielleicht: Wenn man in einem Ozean versuchte, seine Hand unter Wasser schnell zu bewegen, dann ginge das nicht. Es ergibt sich ein gewisses Vibrationsmuster, weil das Wasser abbremst. Das ist nur eine vage Analogie, wie die irdische Atmosphäre Propellerflügel hemmt.

**RC:** *Wie lösten Sie das?*

**Amelia Quon:** In der Marsatmosphäre bewegen sich die Rotorblätter stärker, weshalb wir sie mit einem eher inflexiblen Flügel bauten. Wir pumpten die Luft aus unserer Vakuumkammer raus und ersetzten sie mit etwas Kohlenstoffdioxid, da die Marsatmosphäre vor allem aus Kohlenstoffdioxid besteht. Das war unsere erste Herausforderung. Danach kümmerten wir uns um die Schwerkraft.

Der Mars ist kleiner als die Erde und besitzt daher eine geringere Schwerkraft, was im Endeffekt dabei hilft, den Helikopter leichter zu machen. Aber diese Verhältnisse können wir nicht auf der Erde reproduzieren.

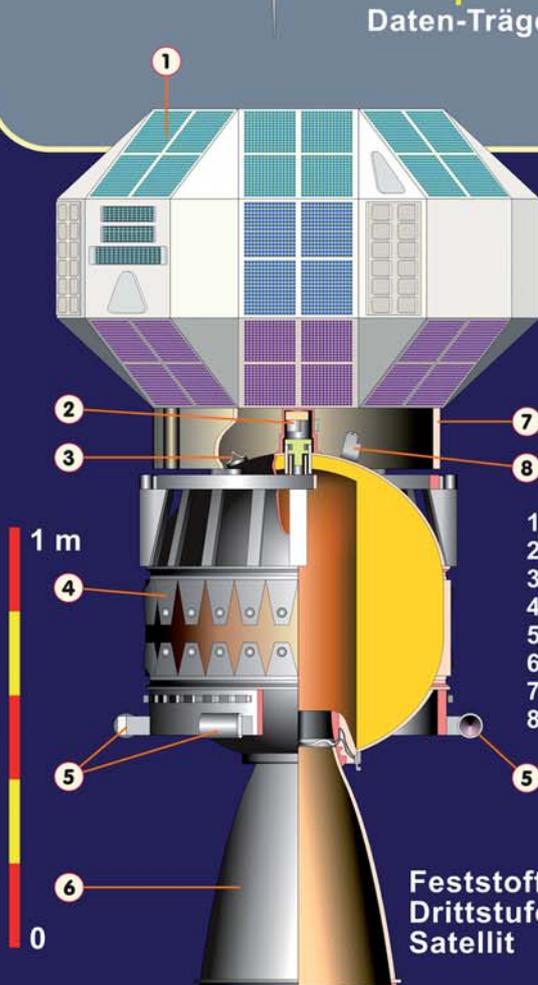
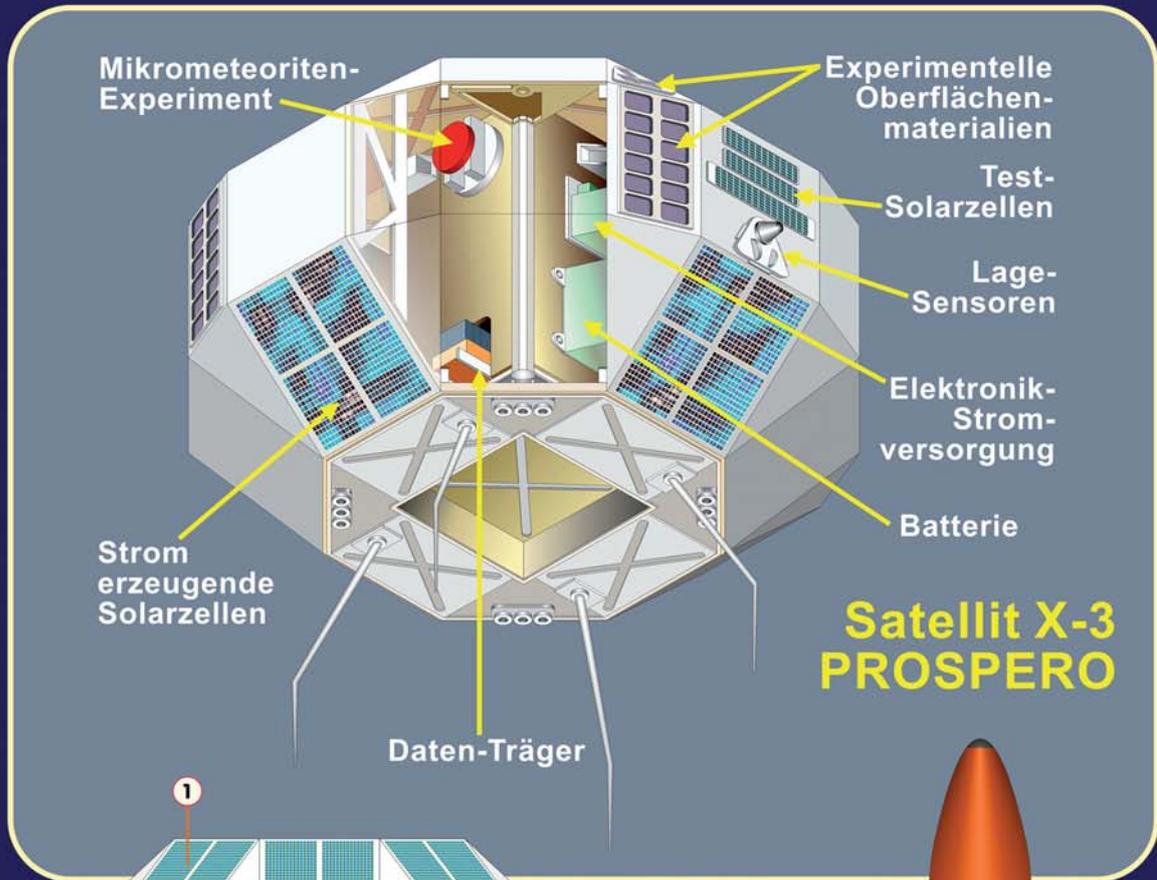
Wir entwickelten etwas, das wir „gravity offload fixture“ nannten. Wir befestigten auf dem Dach des Fluggerätes eine Schnur und daran zogen wir leicht, so dass der Mars-Helikopter nicht sein gesamtes Gewicht heben musste, wenn er abhob. Auf diese Weise näherten wir uns so nah als möglich an die Marsgravitation.

**RC:** *Sie haben sicher auch Mathematik angewandt, um diese Lösungen zu finden?*

**Amelia Quon:** Ja, Mathematik war auf mehreren Ebenen relevant. Zunächst mussten wir den Atmosphärenunterschied ausrechnen, so dass wir die richtige Dichte erreichten, um einen aussagekräftigen Test zu erhalten. Wir bauten aber auch Halterungen auf, an denen wir den Helikopter während der Tests in der Luft halten konnten. Es gab auch einige grundlegende Berechnungen, ob diese Vorrichtung solide genug war, das Gefährt während der Tests zu halten.

*Fortsetzung Seite 29*

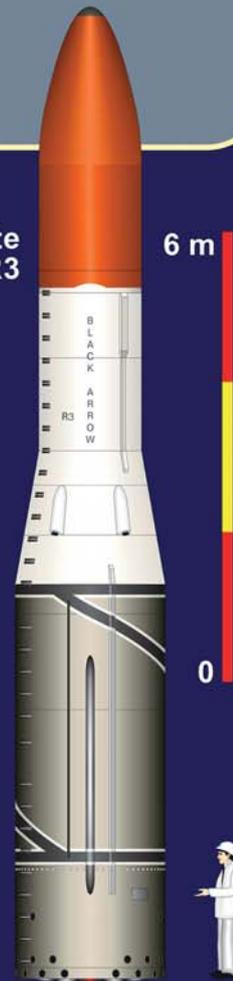
# EREIGNIS WELTRAUM



**Trägerrakete BLACK ARROW R3**

Layout & Grafik :  
© Dietmar Röttler  
2021

- 1 Satellit X-3 PROSPERO
- 2 Zünder
- 3 Abbruchring
- 4 Flexible Befestigungen
- 5 Drallring
- 6 Schubdüse
- 7 Satellitenadapter
- 8 Sprengkapsel



# EREIGNIS WELTRAUM/ X-3 PROSPERO

## Entwicklungsgeschichte

Großbritanniens erster mit einer eigenen Trägerrakete gestarteter Satellit X-3, der nach dem Magier Prospero aus dem Shakespeare-Stück „Der Sturm“ benannt wurde, ging aus dem 1964 beschlossenen Nationalen Raumfahrttechnologie-Programm hervor, welches die britische Industrie auf dem Raumfahrtsektor international konkurrenzfähig machen sollte. Großbritannien hatte bis dahin bereits drei Ariel-Satelliten mit amerikanischen Trägerraketen (1962, 1964, 1967) in eine Umlaufbahn gebracht.

Die Entwicklung des Satelliten begann 1967 für das Luftfahrtministerium unter der Ägide des Amtes für Handel und Industrie. Ebenfalls 1967 begann die aktive Testphase der aus dem suborbitalen Träger Black Knight (Wiedereintrittsversuche) abgeleiteten Rakete Black Arrow für den Einschuss von Satelliten in den Erdorbit. Die Probleme mit der von Woomera, Australien, aus gestarteten Rakete veranlassten den Minister für Handel und Industrie am 29. Juli 1971 in einer schriftlichen Stellungnahme des Unterhauses zur Einstellung des Programms: „Wir sind bezüglich der Black Arrow zur Entscheidung gekommen, dass die limitierten Orbitaldaten und Nutzlastoptionen des Trägers überproportional Mittel bei gleichzeitig unverhältnismäßiger Einschränkung der Möglichkeiten der Entwicklung des Nationalen Raumfahrttechnologie-Programms verbrauchen.“ Er führte weiter aus, dass der für September 1971 vorgesehene Start von X-3 auf eine Umlaufbahn wie geplant stattfinden solle. Der gleichzeitig im Bau befindliche Folgesatellit X-4 wurde dann von Wallops Island mit einer von der NASA erworbenen Scout durchgeführt.

## Satelliten-Daten

Der Satellit hat die Form eines Polyhedrons mit 26 Flächen bei einer Höhe von 71,2 cm und einem Durchmesser von 114,5 cm bei einer Masse von 66 kg. Er wurde vom Royal Aircraft Establishment (RAE) in Farnborough, Hampshire, entwickelt und von der British Aircraft Corporation (BAC) gebaut und getestet. Marconi Space and Defence Systems steuerten die Energieversorgung, Telemetrie und Elektronik bei. Dabei war der Satellit durch die Form des Hitzschildes des Trägers, den schnellstmöglichen Zugang zu den Satellitenkomponenten und der möglichen Oberfläche des Raumflugkörpers für die für Tests notwendige Anzahl von Solarzellenflächen von vornherein ein Kompromiss. Hauptziel war die Erprobung technischer Lösungen für künftige Satelliten unter Weltraumbedingungen. Dafür wurde der Flugkörper mit 200 U/min in einem vorgesehenen 109-Minuten-Umlauf Spin-stabilisiert. Überwacht wurde er von der RAE-Station Lasham, Hants. Außer Reichweite wurden die Telemetriedaten aufgezeichnet und später in einer 5-minütigen Schalte zum Boden gesendet. Telemetrie-Monitoring erfolgte auch auf den Falkland-Inseln und in Fairbanks, Kanada.

Hauptexperiment waren leichtgewichtige Solarzellen und die Wirkung von Temperatur und Strahlung auf selbige. Während sich das Leichtgewicht-Solarzellen-Design als erfolgreich erwies, wiesen jene mit Cerium-Oxid-Abdeckungen (an Stelle des Siliziums) deutliche Korrosionsspuren auf. In einem weiteren Experiment sollten Proben und neue Anstriche, angeordnet über Kalorimetern, Auskünfte zur Wärmekontrolle geben. Neuartige hybride Schaltkreise auf dünnem und stärkerem Mikrofilm wurden für

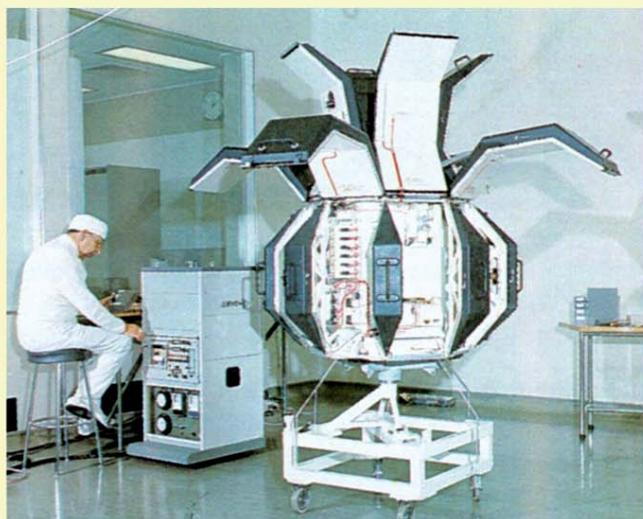
künftige platzsparende Elektronik untersucht. Ein von der BAC für die Birmingham University entwickelter Mikrometeoriten-Detektor sollte Teilchen bis auf eine Größe von 0,1 Mikron registrieren.

## Start und Flug

Der Start erfolgte am 28. Oktober 1971 um 4:09 GMT von der Startrampe LA-5B des Woomera-Testzentrums, Australien. Der Orbit-Einschuss gelang nahezu perfekt. Geplant: 550 x 1.533 km, erreicht: 534 x 1.582 km. Der leicht höhere Orbit rührte von der Überfunktion des Waxwing-Apogäumtriebwerks her, das hier erst zum zweiten Mal flog. Die Bahnneigung von 82,05° entsprach nahezu der Planung. Die 139 Sekunden mit 222,4 kN Schub arbeitende Erststufe brachte das Vehikel auf 45 km Höhe und krachte nach der Abtrennung 257 km vom Startort entfernt in die Wüste. Die zweite Stufe brachte den Satelliten auf 202 km Höhe, während gleichzeitig die Nutzlastverkleidung abgeworfen wurde. Der Satellit driftete danach für 5,5 Minuten bis auf eine Höhe von 480 km bis schließlich der Apogäumsmotor mit einer 40-sekündigen Brennsequenz die Umlaufgeschwindigkeit erreichte.

Um 4:19,5 GMT an diesem 28. Oktober 1971 wurde Großbritannien das sechste Land, das seinen eigenen Satelliten gestartet hatte. Prosperos Bandrekorder beendeten 1973 ihre Arbeit. 1996 wurde der Betrieb offiziell eingestellt, nachdem die Lasham-Bodenstation stillgelegt wurde.

**Autor:** Dietmar Röttler



X-3 PROSPERO bei Tests vor dem Flug. (Foto: Archiv RC)



Der X-3 PROSPERO-Ersatzsatellit im Londoner Science Museum. (Wikimedia Commons / Geni, CC BY-SA 4.0)

# EREIGNIS WELTRAUM



- 1 / 10 Wetterstation
- 2 / 3 / 20 Aerologische Sondierungen (Nr. 2, 3, 1)
- 4 Treibstoffproduktion und -lagerung, Sauerstoff-Stickstoff-Werk
- 5 / 17 Kläreinrichtung
- 6 Technikkomplex für „Sojus-2“, „Angara“, Schwerlastträger und künftige Projekte
- 7 Technischer Komplex für Rettungssysteme
- 8 Treibstofflager
- 9 Zentrum für Funkverbindungen

- 11 / 13 Montage- und Testbasis
- 12 Messkomplex
- 14 Verwaltungskomplex
- 15 Komplex für Vorbereitung der Kosmonauten
- 16 Wohnkomplex für 12.000 Einwohner
- 18 Komplex zur medizinischen Kosmonautenbetreuung
- 19 Flugfeld



# EREIGNIS WELTRAUM/ KOSMODROM WOSTOTSCHNIJ

## Entstehungsgeschichte

Die Notwendigkeit eines neuen Kosmodroms wurde von der russischen militärischen und politischen Führung unmittelbar nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion im Jahr 1991 erkannt. Russlands bestehende Kosmodrome, Plessezk und Kapustin Jar, entsprachen nicht ganz den Bedürfnissen des Landes: Bemannte Starts und geostationäre Missionen konnten von ihnen aus nicht durchgeführt werden. Deshalb gründete die Abteilung für strategische Rakentruppen 1992 das Kosmodrom Swobodnij in der Amur-Region.

Mangels ausreichender Finanzierung wurde Swobodnij nur für Starts der Start-Familie von leichten Trägerraketen verwendet. Bis April 2006 wurden von dort nur fünf Trägerraketen mit kommerziellen Nutzlasten gestartet. Im Jahr 2007 wurde Swobodnij per Präsidialdekret stillgelegt. Am 6. November 2007 unterzeichnete der russische Präsident Wladimir Putin ein Dekret über den Bau eines neuen Kosmodroms. Im Jahr 2010 wurde zur Erinnerung an den Beginn der Arbeiten ein "Gedenkzeichen" gesetzt. Im Jahr 2011 begann die technische und konzeptionelle Planung des Kosmodroms.

Ursprünglich war vorgesehen, für den neuen Weltraumbahnhof „Rus-M“, eine neue Trägerrakete, zu bauen, die sowohl das perspektivische Transportraumschiff der neuen Generation (PTK NP „Orjol“) als auch unbemannte Raumfahrzeuge in eine Umlaufbahn bringen kann. Der erste Start war für 2015 geplant. In der Folge sollte das wiederverwendbare Raketenkosmische System (MRSS) von Wostotschnij aus gestartet werden. Im Jahr 2011 sagte Wladimir Popowkin, der damalige Chef von Roskosmos, das „Rus-M“-Projekt jedoch in Abstimmung mit der russischen Regierung ab. Die Hauptgründe für diese Entscheidung waren die hohen Kosten (bis zu 5 Mrd. €), sowie die fehlenden Vorteile der Rakete „Rus-M“ gegenüber der „Angara-A5“.

Die Konfiguration von Wostotschnij wurde geändert. Der eigentliche Bau begann 2011 und umfasste drei Phasen. In der ersten Phase (2011-2016) wurde auf dem Kosmodrom die Startinfrastruktur für die „Sojus-2“-Trägerraketen aufgebaut.

Der erste Start vom neuen Startkomplex wurde am 28. April 2016 durchgeführt (bis Ende Juli 2021 insgesamt 10 Starts). Die zweite Phase (2015-2027) zielt auf

## Übersicht

Lage	Koordinaten: 51° 49' n.B.; 128° 15' ö.L. und 51,816667° n.B.; 128,25° w.L., Amur-Gebiet; in der Nähe der Ortschaft Ziolkowski (bis 2015 Uglegorsk)
Bauherrn	Allgemeine Planungsorganisation – „Institut für Projektierung von Betrieben der Maschinenbauindustrie“ – Ipromaschprom Generalauftragnehmer – Spezstroy Russland
Charakteristika des Gebiets	Ausdehnung SW-NO 18 km und SO-NW 36 km Geplante Größe – 700 km <sup>2</sup> (Fläche des derzeitigen Kosmodroms – 100 km <sup>2</sup> ) (Zum Vergleich: Baikonur – 6.717 km <sup>2</sup> , Plessezk – 1.762 km <sup>2</sup> ) Seismizität im Baugebiet – 6 Punkte
Einrichtungen des Kosmodroms	Geplant ist der Bau von 10 technischen und unterstützenden Orten: – Startkomplex für Mittelklasse-Trägerraketen (bis zu 20 t) von 2 Startplätzen; – Montage- und Testgebäude für die Erprobung und Vorbereitung des Starts von unbemannten und bemannten Raumflugkörpern; – Einrichtungen für das Training der Kosmonauten vor dem Flug und vor dem Start; – Sauerstoff-Stickstoff- und Wasserstoffanlagen; – einen hochmodernen Instrumentierungskomplex (einschließlich maritim); – einen Flugplatzkomplex (für alle in- und ausländischen Flugzeugtypen nutzbar); – innerhalb des Kosmodroms Straßen mit 115 km und Bahn mit 125 km Länge; – technische Hilfseinrichtungen – verschiedene Lager-, Umlade- und Reparatereinrichtungen; – eine moderne Stadt für 12.000 Bewohner.

die Schaffung einer Startinfrastruktur für „Angara-A5M“-Trägerraketen („Amur“-Entwicklungsarbeiten), einschließlich ihrer bemannten Version „Angara-A5P“. Die vorbereitenden Arbeiten wurden 2015-19 durchgeführt. Der Bau der zweiten Stufe begann 2019. Der erste Start des bemannten „Orjol“-Raumschiffs ist für Juli-August 2023 geplant. Bis 2027 soll die „Angara-A5M/P“-Startrampe umgerüstet werden, um die schwerere Angara-A5B-Rakete mit einer Wasserstoff-Drittstufe zu starten. „Angara-A5B“ gilt als Basis für die erste Stufe von Russlands bemanntem Mondprogramm.

Die dritte Bauphase wird voraussichtlich bis 2028 (dem Jahr des ersten Starts der überschweren Trägerrakete) abgeschlossen sein. Da aber die Konstruktion der überschweren Trägerrakete noch nicht fertig ist, hat auch der Bau der Startinfrastruktur dafür noch nicht begonnen. Wenn alle Pläne in der ersten Hälfte der 2030er Jahre erfolgreich umgesetzt werden, werden am Startplatz Wostotsch-

nij drei Startrampen genutzt: für „Sojus-2“, „Angara-A5M/P/B“ und die überschwere Trägerrakete.

## Ausblick

Die wesentliche Perspektive für das Kosmodrom Wostotschnij sind mit dem Start der „Angara“-Trägerrakete und dem Beginn der bemannten Flüge verbunden. Dabei geht es nicht nur um den Start des neuen „Orjol“-Raumschiffs. Auch die Möglichkeit des Starts von „Sojus“-Raumschiffen ist im Gespräch. Die Aussicht, eine superschwere Träger- rakete in Betrieb zu nehmen, ist noch unbestimmt: eine Entscheidung über ihre Entwicklung in vollem Umfang wurde noch nicht getroffen. Es wird davon ausgegangen, dass die Startinfrastruktur in Wostotschnij auch Starts von Raketen wie der „Sojus-5“ und der „Amur-SPG“ („Sojus-SPG“) ermöglichen wird.

**Autor:** Dimitrij Woronzow, Eberhard Rödel

**Berichtsstand:** Juli 2021

**RC:** *Wie kann der Hubschrauber eben landen?*

**Amelia Quon:** Die Marsoberfläche ist ziemlich uneben. Die Landefüße des Helikopters haben Sprungfedern, so dass die Landung nicht zu rau ausfallen wird. Die Füße sind auch etwas länger, so dass ein kleiner Stein in der Mitte dieser Landefüße keinen Schaden anrichten kann. Aber der Rover (Perseverance) hat zudem eine Landevorrichtung. Man sollte jedoch bedenken, dass es sich bei diesem Projekt um eine technologische Demonstration handelt, so dass wir ganz bewusst eine Fläche auswählten, auf der der Helikopter mit größerer Chance auf Erfolg landen kann.

**RC:** *Sollen sie dann später Menschen befördern können?*

**Amelia Quon:** Ich weiß von Leuten, die darüber reden, Menschen oder Fracht in Hubschraubern auf dem Mars zu transportieren. Sie versuchen, das Helikopter-Design zu vergrößern, aber ich bin mir nicht sicher, ob sie technologisch bereits so weit sind, Menschen zu transportieren.

**RC:** *Soll der Helikopter auch Gesteinsproben auf dem Mars fliegen?*

**Amelia Quon:** Nein, er soll nur zeigen, dass er fliegen kann.

**RC:** *Wie groß ist das Interesse von weiblicher Seite an Naturwissenschaften?*

**Amelia Quon:** Ich finde es wichtig, der Allgemeinheit zu zeigen, dass es nicht den einen stereotypen Ingenieur gibt. Vor ein paar Jahren gab es auf Twitter einen Hashtag „#So sieht ein Ingenieur aus“ oder „#Ich bin eine

Ingenieurin“. Es gibt selbstverständlich alle möglichen Menschen in unserer Branche, die das gängige Stereotyp des Nerds erfüllen. Aber es gibt eben auch sehr viele Menschen darunter, die man typischerweise nicht als Ingenieure erkennen würde. Eine Kollegin von mir war ein Model in der Modebranche, bevor sie mit dem Ingenieursstudium begann. Eine andere Kollegin tanzte bei den Radio City Rockettes in New York. Es geht zum Teil darum, die Sichtbarkeit zu erhöhen. Auch darum, dass man kein Stereotyp erfüllen muss, um Ingenieurin zu werden. Nicht jede Ingenieurin muss ein introvertierter Bücherwurm sein!

**RC:** *Bei den Videos Ihrer Bildungsarbeit sieht man sehr schön, dass der Beruf auch sehr praktisch sein kann.*

**Amelia Quon:** Das Schöne am Ingenieursberuf ist es, Lösungen für reale Probleme zu finden. Man gelangt zu neuen Erkenntnissen, indem man bekannte Dinge zusammensetzt und entdeckt, was funktionieren kann und was nicht. Ein aktuelles Beispiel sind CAD-Arbeiten, das Designen am Computer. Es entstehen sehr schöne 3D-Modelle am Computer und alles funktioniert bestens. Aber man muss aufpassen, dass diese Modelle auch in der Realität zusammengesetzt werden können. Für mich ist das toll, wenn man das Konzept im Kopf mit der Realität vergleicht und es am Ende ein Modell gibt, das man berühren und sehen kann.

**RC:** *Mich interessiert an dem Punkt auch noch, ob Sie irgendwelche Nachteile aufgrund Ihres Geschlechts erfahren mussten?*

**Amelia Quon:** Bis zu einem gewissen Grad musste ich daran arbeiten, meine Meinung durchzusetzen. Ich musste meinen Standpunkt verteidigen, als ich vom Ingenieursstandpunkt aus überzeugt war, dass dies ein besserer Lösungsweg sei. Andere Mitarbeiter beharrten auf ihrem Standpunkt, so dass ich zunächst zuhörte und auch ihre längere Erfahrung berücksichtigte. Manchmal sind sie aber nicht mit allen Facetten des Problems vertraut, während ich alle Aspekte kenne, da ich daran arbeite.

**RC:** *Sind Ingenieurwissenschaften letztlich fokussiert auf die sachliche Argumentation?*

**Amelia Quon:** Ich denke, ja. Wenn man mit logischen Schlüssen argumentiert, weshalb der eigene Lösungsweg vielleicht der bessere ist, dann kann man in der Regel die anderen im Team gut überzeugen. Manchmal sagen die Kollegen auch: Okay, wir denken, du hast nicht die besten Argumente, aber warum versuchst du nicht, diesen Weg etwas weiterzugehen und wir schauen uns dann gemeinsam an, was dabei herauskommt? Wenn du falsch gelegen hast, geht das Leben dennoch weiter. Letztlich finden wir eine gemeinsame Lösung.

**RC:** *Herzlichen Dank für das Gespräch.*

**Amelia Quon:** Gerne.

Das Gespräch führte Dominik Irtenkauf.

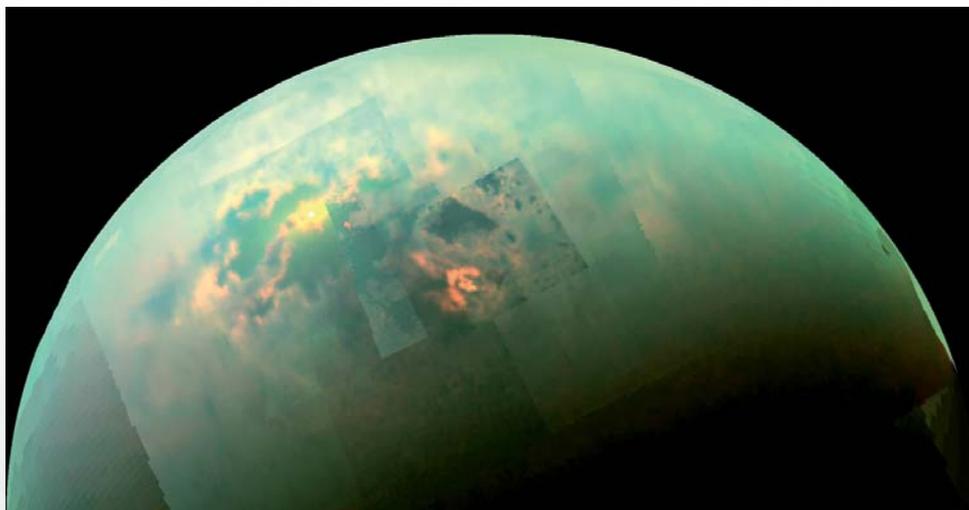
Weitere Informationen:  
<https://mars.nasa.gov/technology/helicopter/#>



Amelia Quon mit dem Ingenuity-Copter und bei ihrer Bildungsarbeit mit dem National Community College Aerospace Scholars-Programm.  
 Fotos: NASA/JPL-Caltech

# Ingenuity & Dragonfly – Helikopter für Mars & Titan

Von Eugen Reichl



Ein ikonisches Bild, aufgenommen von der Raumsonde Cassini, am 21. August 2014. Ein Mosaik, zusammengesetzt aus einer Reihe von Einzelaufnahmen, im nahen Infrarotbereich. Links oben ist zu erkennen, dass sich das Sonnenlicht in den Methanseen des Saturnmondes Titan spiegelt. Foto: NASA

**Am 19. April 2021 gab es eine Weltpremiere: Erstmals erhob sich ein menschengemachtes Fluggerät über einem anderen Planeten. Der Hubschrauber Ingenuity schwebte für 39 Sekunden über dem Landegebiet. Doch auch auf anderen Planeten sollen bald weitere rotierende Vehikel zum Einsatz kommen.**

Der Saturnmond Titan ist zusammen mit Venus und Erde der einzige feste Himmelskörper unseres Sonnensystems, der eine dichte Atmosphäre besitzt. Die Ähnlichkeiten mit der Erde enden damit aber noch nicht. Vom Wind geformte Dünen bedecken seine Oberfläche. Sanfte Hügel und Flusstäler dehnen sich darauf aus, und Regen fällt vom Himmel, der mäandrierende Bäche und Ströme bildet, die ihrerseits gewaltige Seen speisen, die mehr als 100 Meter tief sind. Trotzdem ist Titan durch und durch fremdartig. Seine „Flüsse“ transportieren flüssiges Methan, Äthan, Propan, Azetylen und Blausäure in die

„Seen“. Die Hügel bestehen aus granithartem Eis, durchsetzt mit Kohlenwasserstoffen.

Die Raumsonde Cassini entdeckte bei ihren zahlreichen Vorbeiflügen an Titan nicht nur diese Landschaften, sondern auch komplexe organische Moleküle, die bislang nirgendwo sonst im Sonnensystem gefunden wurden. Die dabei übermittelten Daten zeigten die Anwesenheit negativ geladener Moleküle, sogenannter Kohlenstoffketten-Anionen. Sie sind die "Samen" größerer organischer Verbindungen wie etwa polyaromatischer Kohlenwasserstoffe und stellen mögliches Schlüsselmaterial für primitive Lebensformen dar.

Da Titan über kein Magnetfeld verfügt, ist seine obere Atmosphäre direkt dem Sonnenwind und der kosmischen Strahlung ausgesetzt. Die befeuern chemische Reaktionen in der Lufthülle des Mondes, die hauptsächlich aus Stickstoff, Methan und Wasserstoff besteht. Dieser Prozess lässt größere organische Bausteine entstehen, die für den charakteristischen Dunst verantwortlich

sind, der den Titan umgibt. Der Astrophysiker Carl Sagan prägte für solche Makromoleküle den Sammelbegriff „Tholin“.

Erreicht dieser Dunst in der Atmosphäre einen bestimmten Sättigungsgrad, dann beginnt ein Flüssigkeitskreislauf, der durchaus dem auf der Erde entspricht. Aufgrund der niedrigen Temperatur auf Titan übernimmt hier allerdings Methan die Rolle von Wasser. In ihm lösen sich die Kohlenwasserstoffe, die sich in der Atmosphäre gebildet haben und regnen auf die Oberfläche herab.

Dort können die organischen Komponenten dieses Regens zusammen mit den Elementen des Oberflächenmaterials chemische Reaktionen eingehen und daraus etwas mixen, das die Wissenschaftler als „Ursuppe“ bezeichnen. Ein Gemisch, ähnlich den organischen Verbindungen, aus denen sich vor 4 bis 2,5 Milliarden Jahren auf der Erde die ersten frühen Lebensformen bildeten.

Das Oberflächenmaterial des Titan außerhalb der Seen ist uns nicht so fremd. Es besteht aus Wassereis, das allerdings wegen der niedrigen Temperaturen hart wie Fels ist. Unter der Eiskruste könnte es, wie auf manch anderem Mond der äußeren Planeten auch, einen Ozean aus flüssigem Wasser geben. Dort könnten Temperaturen herrschen, wie man sie in den Tiefen der irdischen Weltmeere antrifft.

Zusätzlich existieren noch weitere günstige Ausgangsbedingungen für den Aufbau organischer Moleküle im Saturn-Mondsystem. Dort gibt es beispielsweise Enceladus, einen Mond mit Eis-Geysiren, die eine Quelle für Sauerstoff sind, der auf die obere Atmosphäre des Titan herabregnet. Es gibt aber auch einige ungünstige Faktoren. An erster Stelle stehen da vor allem die außerordentlich niedrigen Temperaturen. Biologische Aktivität auf dem Titan müsste anders funktionieren als auf der Erde. Immerhin: die notwendigen Bedingungen für das Entstehen von Leben wären auf Titan im Prinzip gegeben. So konfrontiert uns ein Ort weit draußen im Sonnensystem mit einem

der größten Mysterien der Wissenschaft: Der Frage, wie einfache chemische Reaktionen auf einem unbelebten Himmelskörper eines Tages zu Biologie transformieren, und mit ihr die Frage, wie sich diese Vorgänge einst in den frühen Tagen der Erde abgespielt haben.

Um all diese Vermutungen und Spekulationen zu bestätigen oder sie zu widerlegen müssen wir die Forschung vor Ort aufnehmen.

Am 27. Juni 2019 verkündete der damalige NASA-Administrator Jim Bridenstine den Sieger im Auswahlverfahren um die neueste Mission des New Frontier-Programmes. Eine völlig neuartige Expedition zum Titan sei geplant, so meinte er. Ein Unternehmen, das bis vor kurzem noch technisch unmöglich gewesen wäre. Die Bezeichnung der Mission: Dragonfly (auf Deutsch: Libelle). Und weiter, mit dem in den USA so beliebten Pathos: "Eine große Nation tut große Dinge. Wir werden Dragonfly starten, um die Grenzen des Wissens weiter hinauszuschieben, zum Nutzen für die gesamte Menschheit".

Die Leitung für dieses Programm liegt beim Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA und dem Johns Hopkins Applied Physics Laboratory, einem seit Jahrzehnten bewährten Team in der US-Planetenforschung.

Aufgrund der dichten Atmosphäre des Titan in Verbindung mit seiner geringen Schwerkraft bot es sich schon früh an, eine luftgestützte Erkundung vorzunehmen. Um 2007 wurde das Konzept eines Ballons näher untersucht. Danach eines mit der Bezeichnung AVIATR (für: Aerial Vehicle for In situ and Airborne Titan Reconnaissance), bei der ein Flugzeug eingesetzt werden sollte. Bis man schließlich auf ein noch älteres Konzept aus dem Jahr 2000 zurückkam, seinerzeit eher eine Schnapsidee. Die passte man neuesten technischen Möglichkeiten an und begann sie ab 2014 im Detail auszuarbeiten: Den Einsatz eines Hubschraubers.

Ein Helikopter im Einsatz auf anderen Himmelskörpern des Sonnensystems als der Erde? Die Idee mutet ziemlich verrückt an. Kann so etwas überhaupt funktionieren?



*Ingenuity, nachdem er vom Rover abgesetzt wurde. Die Fahrspuren von Perseverance sind gut zu erkennen.*

### Ingenuity

Helikopter auf Monden und Planeten sind tatsächlich neu in der Raumfahrt. Aber dennoch bereits erprobt, seit der Mini-Helikopter mit dem schönen Namen Ingenuity (Erfindungsgeist oder Einfallsreichtum) am 18. Februar 2021 im Gepäck der Landesonde Perseverance den Mars erreichte.

Der Mars-Helikopter ist – auf der Erde – nur 1.800 Gramm schwer. Ein Wunderwerk moderner Leichtbau-technik. Die beiden gegenläufigen Rotoren des knapp 50 Zentimeter hohen Fluggerätes verfügen über einen Durchmesser von 1,2 Metern. Sie rotieren mit der enormen Geschwindigkeit von 2.400 Umdrehungen pro Minute. Viel mehr als bei einem irdischen Helikopter. Die hohe Drehzahl ist der extrem dünnen Atmosphäre auf dem Mars geschuldet. Sie entspricht von ihrer Dichte her der irdischen Atmosphäre in 30 Kilometern Höhe.

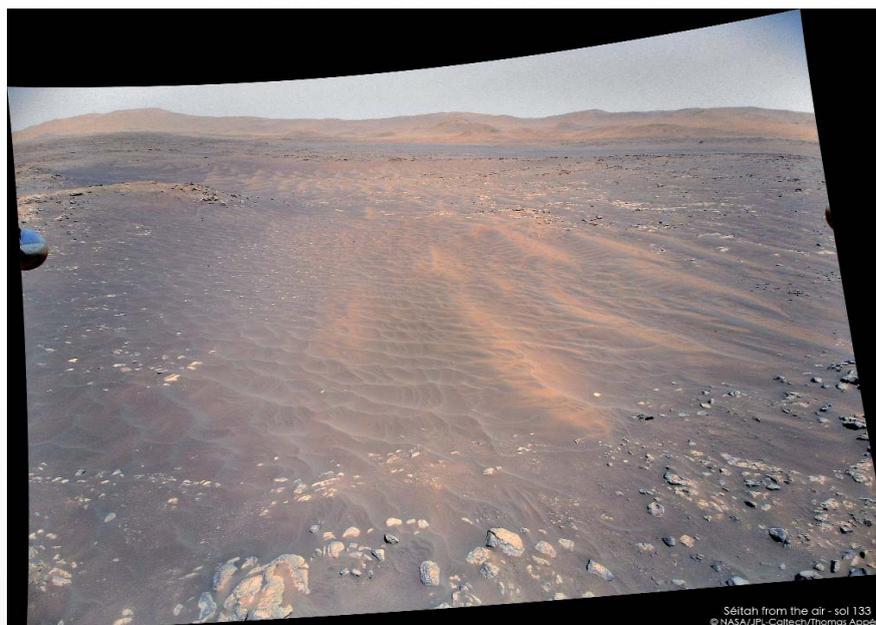
Die Batterien sind weniger als 300 Gramm schwer und erbringen für wenige Minuten eine Leistung von 350 Watt. Danach müssen sie über ein kleines Solarzellenpaneel, das über den Rotoren montiert ist, mehrere Tage lang aufgeladen werden. Die lange Ladezeit liegt dabei nicht nur an der kleinen Kollektorfläche, sondern auch daran, dass der Mars mehr als fünfzig Millionen Kilometer weiter von der Sonne entfernt ist, als

die Erde. Die Energieeinstrahlung auf einer gegebenen Fläche beträgt dort nur noch die Hälfte des irdischen Wertes.

Am 21. April 2021 führte Ingenuity einen ersten kurzen Testflug auf dem Mars durch. Er dauerte nur knapp 40 Sekunden und war nichts anderes als ein Schwebeflug auf der Stelle, der bis in drei Meter Höhe ging. In den drei darauf folgenden Flügen wurde diese Leistung stetig verbessert. Flug vier ging schon in einer Höhe von fünf Metern über eine Strecke von 266 Meter und dauerte 117 Sekunden. Wie bei den drei vorausgegangenen Einsätzen endete er wieder an der Startstelle.

Zu einem ersten Streckenflug kam es beim Einsatz Nummer 5, der in zehn Meter Höhe 129 Meter weit führte. Eigentlich sollte das Helikopter-Versuchsprogramm nach diesem fünften Flug beendet werden. Mehr hatten sich die Projektwissenschaftler nicht erhofft und mehr war auch nicht geplant. Schon deswegen, weil dieser Helikopter vorwiegend aus handelsüblichen Teilen besteht, die nicht für den Dauereinsatz unter harschen Bedingungen vorgesehen sind. Es war als reine Technologiekonzept-Erprobung vorgesehen und sollte nach 30 Tagen eigentlich beendet sein.

Doch das Konzept funktionierte so gut, dass sich hier eine zusätzliche Missionsressource auftat. Und so ent-



Eines der ersten Flugbilder von Ingenuity.

schloss sich die NASA, die verbleibende Lebensdauer auszuschöpfen und mit dem Helikopter Streckenerkundung für den Perseverance-Rover zu

betreiben und Plätze unter die Lupe zu nehmen, die das Mars-Auto nicht erreichen kann: Klippen, felsiges Terrain, feinsandige Dünen, starke Steigungen.

In diesem Sinne führte Flug Nummer 6 am 23. Mai 2021 über eine Distanz von 215 Meter bei einer Flugzeit von zwei Minuten und 20 Sekunden. Es folgten am 6. und 22. Juni zwei kürzere Einsätze über 106 und 160 Meter bevor die Projektgenieure am 5. Juli einen Rekordflug wagten: 625 Meter weit, bei einer Flugdauer von zwei Minuten und 44 Sekunden. Unmittelbar vor Redaktionsschluss für diesen Artikel folgte Flug Nummer 10 am 24. Juli. Dieses Mal war es beinahe ein Rundflug, bei dem insgesamt zehn Wegmarken abgeflogen wurden und der 160 Meter von der Startposition entfernt endete. Die Flughöhe betrug dieses Mal zwölf Meter. Ende August wird das Einsatzleben von Ingenuity allerdings aller Voraussicht nach enden. Dann verschwindet der Mars – von der Erde aus gesehen – hinter der Sonne, und es wird für mehrere Wochen kein Kontakt mehr zu ihm bestehen. Übrigens auch nicht zum Perseverance-Rover, aber der ist für solche Phasen konstruktiv viel besser ausgelegt als Ingenuity.

Das Fazit der Mission von Ingenuity ist aber klar. Helikopter funktionieren offensichtlich selbst auf dem Mars

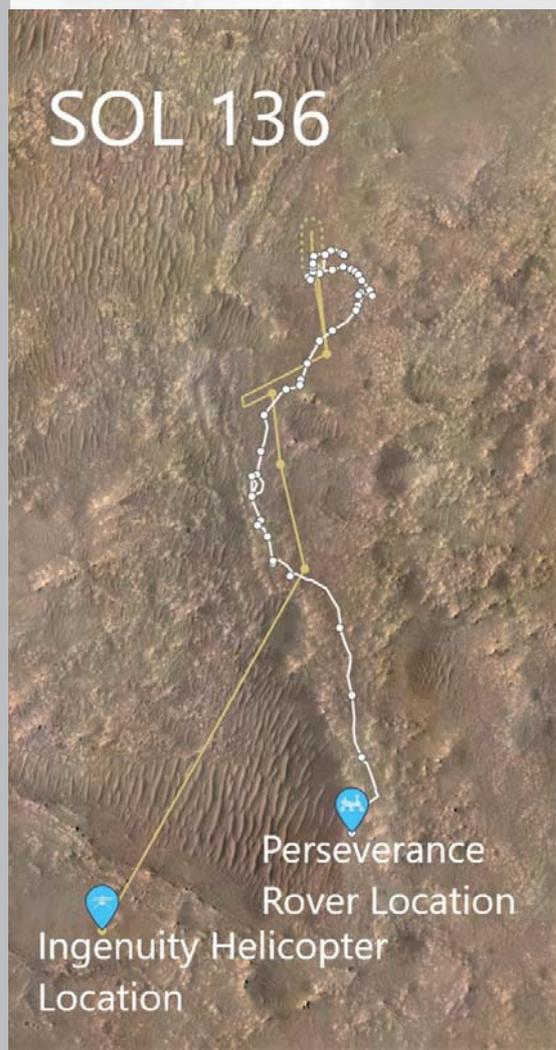
erstaunlich gut, obwohl dort doch die Voraussetzungen denkbar schlecht sind. Für einen Hubschrauber ist dort die Luft eigentlich viel zu dünn. Für die Batterietechnik in Verbindung mit Solargeneratoren ist die Entfernung von der Sonne eigentlich viel zu groß. Unter Berücksichtigung der extrem dünnen Atmosphäre herrscht auf dem Mars für einen Helikopter eigentlich eine zu hohe Schwerkraft. Und dennoch funktioniert es. Es kann also gut sein, dass Helikopter zukünftig zur Standard-Zusatzausstattung eines Mars-Rovers gehören und diese beiden Einheiten dann im Verbund miteinander arbeiten.

## Dragonfly

Ganz anders dagegen der Titan. Für Helikopter ist er fast ein Paradies. Fast. Seine Gashölle ist auf der Oberfläche fünfmal so dicht wie die irdische Atmosphäre (und 400-mal so dicht, wie die des Mars), was zur Folge hat, dass die schiere Masse der Luft dort 20 Prozent größer ist als die der wesentlich größeren Erde. Der Luftdruck auf dem Titan ist knapp 50 Prozent höher als auf der Erde. Die Schwerkraft beträgt dagegen nur ein Siebtel der irdischen Schwerkraft. Einziger wesentlicher Nachteil: die mörderisch niedrige Temperatur. Sie liegt im Schnitt bei minus 180 Grad Celsius.

Gegen die wird es allerdings Abhilfe geben, denn Dragonfly erhält einen atomaren Antrieb. Wobei das ein etwas starkes Wort ist, auf das sich die Presse aber, sobald sie das Vorhaben in einigen Jahren richtig wahrnimmt, dennoch stürzen wird. Die NASA bezeichnet die Energiequelle als "Radioisotope Thermoelectric Generator", kurz: RTG. Er gewinnt seine Energie aus radioaktivem Zerfall von Plutonium 238, das eine Halbwertszeit von 87,7 Jahren aufweist.

Dieser Isotopengenerator hält zum einen das ganze Vehikel permanent ausreichend warm, und zum anderen speist es die Batterien, mit denen Dragonfly seine Rotoren und Instrumente betreibt. Andere Energie-



Flugstrecke von Ingenuity vs. Fahrstrecke von Perseverance am Marstag 136 nach der Landung.

quellen sind für diese Mission nicht möglich, denn zum einen sind Saturn und sein Mond Titan schon viel zu weit von der Sonne entfernt, um mit Solargeneratoren arbeiten zu können, und zum anderen kommen selbst von dieser wenigen Sonneneinstrahlung wegen des ständigen dichten Dunstes in der Titan-Atmosphäre nur noch 20 Prozent auf der Oberfläche an. Auf der Oberfläche des Titan wird es selbst unter günstigsten Tageslichtbedingungen nie heller, als auf der Erde in einer diesigen Halbmondnacht.

### Abstieg auf die Oberfläche des Titan

Dragonfly soll im Juni 2027 in Richtung Titan starten und ihn gegen Ende 2033 erreichen. Bis vor kurzem war als „Zieltermin“ noch das Jahr 2036 geplant gewesen. Dabei sollte die Sonde insgesamt vier sogenannte Gravity-Assist-Manöver durchführen, also an Planeten „Schwung“ holen, um die nötige Geschwindigkeit für den Flug zum Saturn aufzubauen. Eines dieser Manöver wäre an der Venus erfolgt, drei weitere an der Erde. Danach sollte es dann erstmals direkt weiter zum Saturn gehen, ohne ein weiteres Gravity-Assist-Manöver am Jupiter, wie es bisher bei Missionen ins äußere Planetensystem immer üblich war.

Am 28. August 2021 gab aber ziemlich überraschend Lori Glaze, die

Direktorin der Planetary Science Division des Science Mission Directorate der NASA, bekannt, dass man die Reisezeit zum Titan um drei Jahre verkürzen wolle. Diese Maßnahme erlaubt eine höhere Energieleistung der RTGs am Ziel und somit, wie Lori Glaze meinte, „mehr Wissenschaft“. Offensichtlich will die NASA (aber das war zum Redaktionsschluss für diesen Artikel noch nicht bekannt) auf die Gravity Assist Manöver verzichten. Das vereinfacht die Missionsplanung erheblich und senkt wohl auch die Projektkosten, weil man nun die Sonde nicht mehr für den thermisch anspruchsvollen Venus-Vorbeiflug konzipieren muss. Nun soll es wohl ein Direktflug werden. Das bedeutet aber auch, dass nun eine wesentlich stärkere Trägerrakete benötigt wird, als die ursprünglich geplante Atlas 5 411. Das kann zum Startzeitpunkt von Dragonfly nur entweder eine Vulcan Heavy oder eine Falcon Heavy sein.

Zur Zeit seiner Ankunft wird es etwa 30 Jahre her sein, dass Titan zuletzt (und zum bisher ersten und einzigen Mal) besucht wurde. Es war dies seinerzeit die Huygens-Landesonde der ESA, die von der Raumsonde Cassini huckepack in das Saturn-Mondsystem transportiert worden war. Huygens war ein klassischer stationärer Lander. Vergleichbar mit diesem Projekt waren etwa die sowjetischen

Venera-Sonden, die ebenfalls am Fallschirm niedergingen und dann eine fixe Plattform auf der Venus absetzten.

Auch Dragonfly wird um ein klassisches Landesystem mit Hitzeschild und einem zweistufigen Fallschirmsystem nicht herumkommen. Zunächst wird er, eingeschlossen in eine 3,7 Meter durchmessende diskusförmige Kapsel, die obersten Schichten der Atmosphäre durchfliegen. Dieser Diskus besteht aus zwei Hälften, nämlich dem eigentlichen Hitzeschild, das den unteren Teil des Diskus bildet, und der "Backshell", in dem Dragonfly befestigt ist. Diese Kapsel ist für den sechsjährigen Flug von der Erde zum Saturn mit einer scheibenförmigen Transferstufe verbunden, die erst wenige Minuten vor dem Eintritt in die Titan-Atmosphäre abgetrennt wird.

Nachdem die oberen Schichten der Atmosphäre durchflogen sind, wird zunächst ein kleiner Stabilisierungsfallschirm ausgeworfen, der die Eintrittskapsel auf Unterschallgeschwindigkeit abbremst. Diese Phase wird, der dichten Atmosphäre wegen, 80 Minuten dauern. Dann wird der Pilotschirm abgetrennt und der Hauptfallschirm ausgeworfen. Diese Flugphase wird 20 Minuten dauern. In dieser Zeit laufen alle Vorgänge ab, um den Hubschrauber abzusetzen. Nachdem der Hitzeschild der Kapsel abgeworfen ist und alle Systeme des Helikopters hochgefahren sind, startet Dragonfly, noch am Fallschirm hängend, unter der "Backshell", seine acht Rotoren. 1.200 Meter über dem Grund wird er durch kleine Sprengbolzen vom Landesystem gelöst und schwebt nach unten.

Diese Phase erfolgt vollständig autonom, da die Hochgewinnantenne noch nicht entfaltet ist, und Funkgespräche zur Erde ohnehin zwischen 70 und 90 Minuten benötigen. Von dort ist somit keine Unterstützung zu erwarten.

### Technik

Das Raumfahrzeug ist sowohl eine Drohne, als auch ein klassischer Lander. Wie sein Namensgeber, die



Lande- und Betriebssequenz von Dragonfly. Fotos: NASA

Libelle, kann Dragonfly in alle Richtungen fliegen. Er kann auf der Stelle schweben und punktgenaue Landungen durchführen. Die Instrumente an Bord werden sich nicht allzu sehr von der Ausstattung klassischer Planetenerkunder, wie etwa den Mars-Rovern Curiosity und Perseverance, unterscheiden. Einen entscheidenden Unterschied gibt es allerdings, denn Dragonfly wird dafür ausgerüstet, Biosignaturen zu erkennen. Dabei ist es gleich, ob diese Biosignaturen wasser- und kohlenstoffbasiert sind oder eine exotischere Chemie aufweisen, möglicherweise auf Methanbasis.

Technisch gesehen ist Dragonfly ein Doppel-Quadroptopter. Besser sollte man ihn eher als Oktokopter bezeichnen. Er ist mit vier Sätzen von jeweils zwei Rotoren bestückt, mit denen er sehr unterschiedliche Terrains auf dem Titan erreichen kann. Diese Rotoren haben jeweils einen Durchmesser von einem Meter und erlauben es Dragonfly, sich mit bis zu 35 Kilometern pro Stunde zu bewegen. Dabei muss der deutlich höhere Luftwiderstand auf dem Titan gegenüber dem auf der Erde ins Kalkül mit einbezogen werden.

Das System ist so ausgelegt, dass es den Verlust eines Rotors oder Motors tolerieren kann. Das Gewicht auf der Erde wird bei etwa 450 Kilogramm liegen. Das sind auf Titan noch komfortable 63 Kilogramm, mit denen die Rotoren in der dichten Atmosphäre keine allzu großen Probleme haben sollten. Tatsächlich ist die Kraft, die für den Flug dieses Vehikels auf Titan notwendig ist, etwa 40-mal geringer, als würde er auf der Erde fliegen.

Das Vehikel ist dafür ausgelegt, den sechs Jahre dauernden Transfer unter den Strahlungsbedingungen des interplanetaren Raums zu überleben, und dann eine mindestens zweijährige Missionszeit bei durchschnittlich -180 Grad Celsius zu absolvieren.

Über eine große Hochgewinnantenne ist eine direkte Kommunikation mit der Erde möglich.

Dragonfly kann mit einer Batterieladung maximal zehn Kilometer weit und bis zu vier Kilometer hoch flie-

gen. Die Flüge werden dabei bis zu 30 Minuten dauern.

Das Vehikel kann Bodenanalysen durchführen, wird auch seismische Aktivitäten aufzeichnen und damit vielleicht einige Geheimnisse der vermuteten Wasserozeane tief unter der Eiskruste von Titan aufklären.

### Oberflächenerkundung

Der erste Abstieg zur Oberfläche ist der gefährlichste, denn dabei muss sich Dragonfly auf Gedeih und Verderb darauf verlassen, dass er einen günstigen Landeplatz findet. Ein vorheriges Erkunden ist nicht möglich. Danach wird es einfacher, denn vor jedem weiteren Einsatz wird der Titan-Helikopter das neue Ziel erst aus der Luft unter die Lupe nehmen und danach wieder zum vorherigen Landeplatz zurückkehren. Nach Auswertung des Bildmaterials entscheidet dann die Missionskontrolle auf dem Boden, ob der neue Landeplatz angefliegen werden kann oder nicht.

Dragonfly soll jeden Titan-Tag - der dauert 16 Erdentage - die Position wechseln und am neuen Standort neue Daten sammeln. Insgesamt soll der Helikopter, so der gegenwärtige Plan, dabei etwa 175 Kilometer zurücklegen.

Die Hälfte eines Titan-Tages ist es Nacht. Dann bleibt Dragonfly stationär, denn dann wird es auf dem Saturn-Mond so richtig finster. Stellen Sie sich dazu einfach Mitternacht an einem wolkenverhangenen Tag inmitten eines dichten Waldes vor. Trotzdem kann Dragonfly nachts durchaus arbeiten, denn wie wir uns erinnern: Er hat einen Isotopengenerator an Bord, dem es egal ist ob die Sonne scheint oder nicht. Nachts leuchtet der Helikopter seine Umgebung mit LEDs aus. Vor allem werden die Nächte auch dafür genutzt, mit Hilfe des RTGs die Batterien wieder zu laden. Diese RTGs liefern eine ständige Stromleistung von 70 Watt.

Beginnen soll der Bodeneinsatz in einem dunklen Dünenfeld mit der Bezeichnung "Shangri-La". Diese Dünen erinnern an die Sandforma-

tionen, die man in Namibia findet. Wobei die Dünen des Titan zumindest auf ihrer Oberfläche nicht aus Sand bestehen, sondern aus pulverisierten Kohlenwasserstoffen, den eingangs erwähnten Tholinen. In den Dünenregionen kann es möglicherweise zu Staubstürmen kommen, die eine mögliche Gefahr für Dragonfly darstellen. Nach der Erkundung von Shangri-La macht sich Dragonfly auf den Weg zum Selk Impact-Krater, der sich etwa 800 Kilometer nördlich der Position des Huygens-Landers befindet. Selk ist ein junger Einschlagkrater. Hier vermutet man Hinweise auf den möglichen unterirdischen Ozean.

Die Dragonfly-Expedition ist extrem spannend und technisch außerordentlich ambitioniert. Nicht nur der Missionsverlauf, auch der Kostenansatz für dieses Unternehmen klingt für den Laien außerirdisch: 850 Millionen Dollar sind dafür veranschlagt, Dragonfly zu entwickeln und zu bauen. Start- und Missionskosten kommen da noch obendrauf. Alles zusammen wird das Projekt schnell die Milliardengrenze überschreiten. Die NASA legt also richtig viel Geld an, und das für eine hochriskante Mission, bei der die Wahrscheinlichkeit des Scheiterns erheblich ist. Aber der Preis ist dieses Risiko wert, denn trotz der großen Vielfalt von Planeten und Monden, die uns zugänglich sind, gibt es keine Welt in unserem Sonnensystem die so gut einen Kontext zur Bildung des Lebens auf der Erde herstellen kann wie Titan. Seit Jahrzehnten suchen wir diese Antworten auf der Erde im Labor und den ältesten Gesteinen und sind der Lösung dieser Frage doch nicht viel näher gekommen.

Jetzt endlich eröffnen sich uns die Möglichkeiten, dieses Ziel vielleicht doch zu erreichen, indem wir in die Außenbereiche des Sonnensystems fliegen, wo diese Prozesse wahrscheinlich noch heute ablaufen. Damit kann das Projekt Dragonfly nicht nur eine der kühnsten sondern auch der transformativsten Raumfahrtmissionen unserer Zeit werden.



Dieses Gruppenfoto wurde von Zhurongs "Drop-Off"-Kamera geschossen.

# Marszeit (Teil 41)

## Tianwen 1 – Chinas Mars-Dreierpack

Von Jacqueline Myrrhe

Noch nie wagte eine Raumfahrtorganisation einen Orbiter, eine Landeeinheit und ein Fahrzeug in einen einzelnen Start zu packen – Marsneuling China schon. Manche Beobachter fanden die Herangehensweise leichtsinnig, andere ehrgeizig.

Philosophen und Dichters Qu Yuan (ungefähr 340–278 v.u.Z.), der auf unzählige Fragen keine Antwort finden konnte. Er formulierte 172 Probleme in Versform und hoffte, von höheren Kräften auf den Pfad der Erkenntnis geführt zu werden.

Eigentlich scheiterte Chinas erste Marsmission im November 2011. Die Sonde „Yinghuo 1“ (Glühwürmchen1) war Huckepack-Nutzlast auf der missglückten russischen »Fobos-Grunt« Marsmission. Der Verlust traf China tief und veranlasste die chine-

### Fragen an das Universum

Ein Marsflug ist nicht nur ein technologischer Lackmustest. Die Wissenschaft erhofft sich Antworten auf grundlegende Fragen, die weitreichende Implikationen für die Erde haben. Hatte der frühe Mars Leben? Warum hat er sein Wasser verloren? Ist der heutige Mars die Zukunft oder die Vergangenheit der Erde? Kann der Mensch auf dem Roten Planeten siedeln?

Diese Themen beschäftigen auch die chinesische Wissenschaftsgemeinde. Davon inspiriert, taufte China sein wissenschaftliches Planetenprogramm „Tianwen“ (zu Deutsch: Fragen an das Universum) nach dem gleichnamigen Gedicht des Politikers,



Am 4. März 2021 veröffentlichte CNSA eine Farbaufnahme des Nordpols in mittlerer Auflösung.

sische Regierung schon im Januar 2016 grünes Licht für ein eigenes Marsprogramm zu geben.

Tianwen 1 (TW-1) ist ein ungewöhnlich mutiger Entwurf für eine Nation ohne Mars erfahrung. Dementsprechend wurde der Flug mit Spannung erwartet.

Die Langer Marsch 5 (CZ-5), gegenwärtig Chinas leistungsfähigste Trägerrakete, hob am 23. Juli 2020 um 12:41 PZ (04:41 GMT) mit der 5 t schweren Marssonde vom Wenchang-Startplatz ab.

Drei Bahnverfolgungsschiffe der Yuanwang-Flotte und ein modernisiertes Deep-Space-Netzwerk unterstützen die Startphase bis zum Einschuss in die Mars-Transferbahn.

Auf dem Flug zum Mars waren 4 Bahnkorrekturen und ein Deep-Space-Manöver notwendig.

Am 10. Februar, nach 202 Tagen und 475 Millionen geflogenen Kilometern, zündete um 19:52 PZ (11:52 GMT) für 15 min das Haupttriebwerk. Das brachte TW-1 in einen hochelliptischen 400 x 180.000 km Marsorbit mit einer Inklination von 10° und einer Umlaufzeit von 10 Tagen. Die Einweg-Signalverzögerung betrug zu diesem Zeitpunkt 10,7 min.

Nachdem TW-1 von einem äquatorialen in einen polaren Orbit wechselte, verblieb sie gemäß Missionsplanung für 3 Monate im Marsorbit.

In der Zwischenzeit wurde der Marsrover auf den Namen „Zhurong“ nach dem Gott des Feuers in der chinesischen Mythologie getauft.

### Klar zur Landung

In den frühen Morgenstunden des 15. Mai, um 01:00 PZ, verließ TW-1 seinen Parkorbit.

Gegen 04:00 PZ, separierte die Landeeinheit mit dem Rover vom Orbiter. Nach 3 Stunden trat der Lander in 125 km Höhe in die Marsatmosphäre ein und begann die 9-minütige Landesequenz. Die aerodynamische Abbremsung reduzierte die Geschwindigkeit um 90 % von 4,8 km/s auf ca. 460 m/s.

Der sich entfaltende 200 m<sup>2</sup> große Fallschirm verlangsamte den Abstieg

auf 100 m/s. Dann wurden der untere Hitzeschutzschild abgesprengt und die 4 Landebeine ausgeklappt. Nachdem der Fallschirm gekappt war, konnte die obere Schutzverkleidung abgeworfen werden.

Ab 1,5 km Höhe übernahmen die Bremsraketen den Abstieg. Bei 100 m Höhe über dem Mars schwebte das Landegerät, um mit den Roverinstrumenten Hindernisse auszumachen sowie Hänge zu vermessen.

Als eine relativ flache Stelle gefunden war, stieg der Lander bis auf die letzten cm ab. Ein freier Fall, gedämpft durch die Landebeine, vollendete die Landung um 7:18 PZ (23:18 GMT/14. Mai) in der nördlichen Lavaebene Utopia Planitia.

Mission Control in Peking musste eine Stunde auf die Bestätigung warten.

Der Rover auf der Landeplattform musste erst die Sonnenpaneele ausklappen und die Antenne ausfahren, bevor ein Telemetrie-Signal gesendet werden konnte, das 17 min für die Übertragung benötigte.

Die beiden Vize-Präsidenten Han Zheng und Liu He waren während der Landung im Flugleitzentrum anwesend. Liu He verlas eine Grußnote von Präsident Xi Jinping.

Zhurong verblieb für weitere Tests und das Warten auf die Verbindung mit dem TW-1-Orbiter auf der Landeplattform.

Der TW-1-Orbiter kehrte innerhalb der nächsten 2 Tage in den Parkorbit zurück, und nahm nach einer Bahn-anpassung einen 8,2-Stunden Relay-Orbit ein. Von dort sammelte er zum Rover komplementäre Fernerkundungsdaten, diente aber auch als Relay-Station für die Signalübertragung zwischen Lander und Erde für ein ganzes Marsjahr, was ungefähr 23 irdischen Monaten entspricht. Zwar konnte Zhurong direkt mit der Erde kommunizieren, aber mit einer sehr geringen Datenrate von 16 bps. Hinzu kommt, dass der Rover morgens zunächst genug Energie über die Solarzellen genießen muss. In dem täglichen 30-min-Kommunikationsfenster wurden lediglich Status-Daten übermittelt.

2 Tage nach der Landung stand die Verbindung zwischen Orbiter und Zhurong. Obwohl auch diese Datenübertragung auf 8-10 min per Tag beschränkt ist, beträgt die Datenrate 20 MB in der UHF-Frequenz.

Am 19. Mai, 4 Tage nach der Landung, veröffentlichte die nationale Raumfahrtagentur CNSA die ersten von Zhurong aufgenommenen Marsbilder. Die Fotos dienten der Verifizierung der Prozedur, die Zhurong von der Landeplattform fahren lassen soll. Die Ingenieure bei CAST (China Academy for Space Technology) haben ein originalgetreues Rover-Modell in einer analogen Marslandschaft eingerichtet, einschließlich der Lichtverhältnisse, der Topographie, der Position der Felsen und über eine spezielle Aufhängung sogar die reduzierte Schwerkraft. In dieser Testanlage wurde die Fahrt von der Rampe mehrmals durchgespielt. Die optimalen Parameter wurden dann zum Zhurong-Rover auf dem Mars übermittelt.

### "If you believed they put a ..." rover on Mars ...

Am 22. Mai um 10:40 PZ erreichten Zhurongs Räder den Marsboden und bewegten sich zunächst noch weitere 0,522 m auf dem Mars.

Das 240 kg schwere Marsfahrzeug hat eine Lebensdauer von 90 Marstagen, etwas mehr als 3 irdische Monate. Die primäre Aufgabe für den Rover ist es, den Sandstürmen von bis zu 180 m/s standzuhalten. Unter extremen Umständen kann Zhurong selbständig in einen Stand-By-Modus wechseln und sich auch wieder selbständig reaktivieren.

Zhurong fährt mit einer maximalen Geschwindigkeit von 200 m/h, ähnlich wie Chinas Yutu-Mondrover. Seine 6 Räder sind unabhängig voneinander steuerbar. Fällt eins aus, bleibt das Fahrzeug betriebsbereit. Er ist in der Lage, Hänge von 20 Grad Neigung zu nehmen, kann Hindernisse von 20 bis 30 cm überwinden und sich auch seitwärts bewegen.

Die drehbaren Solarzellen sind doppelt so groß wie die der Mondrover. Ein Vibrationsmechanismus erlaubt



Diese Sanddüne in 6 m Entfernung wurde mit der Topografischen Kamera des Rovers am 26. Juni (Zhurongs 42. Marstag) erstellt. Der Felsen in Fahrrichtung ist ca. 0,34 m breit.

es, Staub abzuschütteln. Bestimmte Stellen auf dem Rover, sogenannte „Wärmeauffangfenster“ können die Sonnenwärme des Tages speichern um Instrumente gegen die strengen Nachtfröste zu schützen.

Eine andere Besonderheit ist, dass Zhurong nach einem 3-Tages-Rhythmus arbeitet, da der Rover pro Tag nur 1 bis 2 Stunden arbeiten kann. Der 1. Tag ist für die Datenerfassung bestimmt. Am 2. Tag fährt der Rover und der 3. Tag ist für die wissenschaftliche Erforschung. Telemetrie-daten werden täglich übermittelt.

Auch die Instrumente arbeiten gut aufeinander abgestimmt: das Bodensensordaten, die Wetterstation, der Magnetfelddetektor und die Navigationskamera arbeiten bei Tageslicht. Seit der Inbetriebnahme des Rovers, ist er in südliche Richtung von der Landestelle gefahren. Trifft das Fahrzeug auf interessante Gesteine oder Sanddünen, dann werden mit dem Plasmaspektrometer und der Multi-spektralkamera Messungen an einem fixen Punkt durchgeführt.

### Das Gruppenfoto

Mit der TW-1-Mission hat CNSA seine Öffentlichkeitsarbeit stark verbessert. Auch wenn es kein Vergleich mit der NASA oder ESA ist, so wurden zahlreiche und beeindruckende Fotos und Videos publiziert. Für das sogenannte

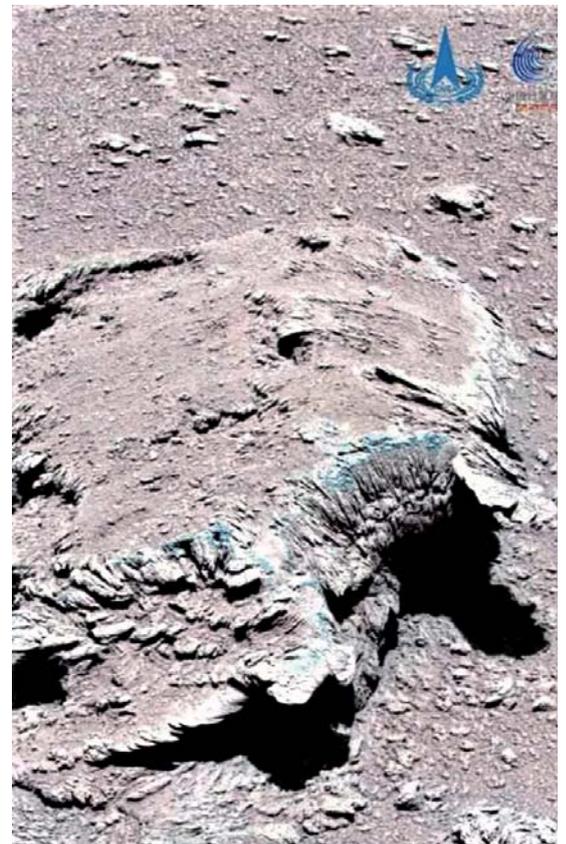
„Gruppenfoto“ wurde eine clevere Idee umgesetzt.

Die farblich brillante und gestochen scharfe Aufnahme zeigt die Landeplattform und den Rover zusammen – eigentlich eine unmögliche Konfiguration. Die Kamera für dieses Foto war ursprünglich am Boden von Zhurong montiert. Als der Rover in 10 m Entfernung von der Plattform war, wurde die Kamera entriegelt und fiel auf den Boden. Danach fuhr Zhurong zurück zum Lander. Dieser ganze Prozess wurde von der Kamera aufgenommen. Video und Foto wurden von der Kamera zum Rover übertragen und dann vom Rover zu TW-1 im Marsorbit, um dann letztendlich zur Erde gefunkt zu werden.

Am 12. Juni entschieden die Missionsplaner, dass Zhurong weiterhin südwärts fahren wird, da dieses Gebiet vermutlich einst eine Küstenlinie war.

Bei Redaktionsschluss am 01. August 2021, war Zhurong noch immer aktiv. Die guten Wetterbedingungen an der Landestelle erlaubten mehr Aktivitäten als anfangs erwartet. Am 15. Juli erreichte der Rover die 60-Tage-Marke und hatte eine Strecke von 450 m gefahren.

Die Marsforschung ist zweifelsohne hochgradig faszinierend. Die Spannung bei dieser Mission aber lag wohl



Nahaufnahme eines mit Staub bedeckten Marsgesteins. Fotos: CNSA/PEC

darauf, ob China es überhaupt schafft, auf dem Roten Planeten zu landen und obendrein den Marsrover auf die Oberfläche zu bekommen. Zhurongs Exkursionen runden das Bild einer erfolgreichen Marsmission ab. Interessant bleibt, was China für die Zukunft vorhat. In einem zweiten Teil werfen wir einen Blick auf diese Frage.

### Nutzlasten

7 Instrumente auf dem Orbiter (1 Jahr Missionsdauer im polaren, elliptischen Orbit von 265 km x 12.000 km)

- Kamera mit Weitwinkelobjektiv und mittlerer Auflösung (MoRIC). Führt automatische Belichtungen durch oder per Kommando vom Flugleitzentrum. Das Weitwinkelobjektiv gestattet globale Aufnahmen als auch topographische Aufnahmen.
- Panchromatische Kamera mit hoher Auflösung (HiRIC)
- Bodenradar (MOSIR)
- Hyperspektraldetektor (MMS)
- Marsmagnetometer (MOMAG)
- Teilchendetektor für Ionen und neutrale Partikel (MINPA)
- Teilchendetektor für energetische Partikel (MEPA)

### 6 Instrumente auf dem Rover

- Multispektralkamera zur Erkennung von unterschiedlichen Materialien, Gesteine und Mineralien
- Topographische Kamera
- Bodenradar zur Sondierung des Untergrundes in einer Tiefe von 10 – 100 m um die Untergrundstruktur zu erkennen und eventuelles Wassereis zu finden.
- Gerät für Laserinduzierte Plasmaspektroskopie. Ein Laser verdampft eine geringe Menge eines Gesteins und die dabei entstehenden Plasmen werden mit einem Spektrometer analysiert.
- Magnetfelddetektor
- Mars-Wetterstation kann Daten zur Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftdruck und meteorologischen Situation sammeln.

### Wissenschaftliche Zielsetzungen

- (1) Kartierung der Topographie und geologischen Struktur,
- (2) Untersuchung der Bodeneigenschaften und Wassereisverteilung,
- (3) Analyse der Zusammensetzung des Oberflächenmaterials,
- (4) Erforschung von Ionosphäre und des Marsklimas und -wetters,
- (5) Erforschung des elektromagnetischen und Schwerfeldes sowie der inneren Struktur des Mars.

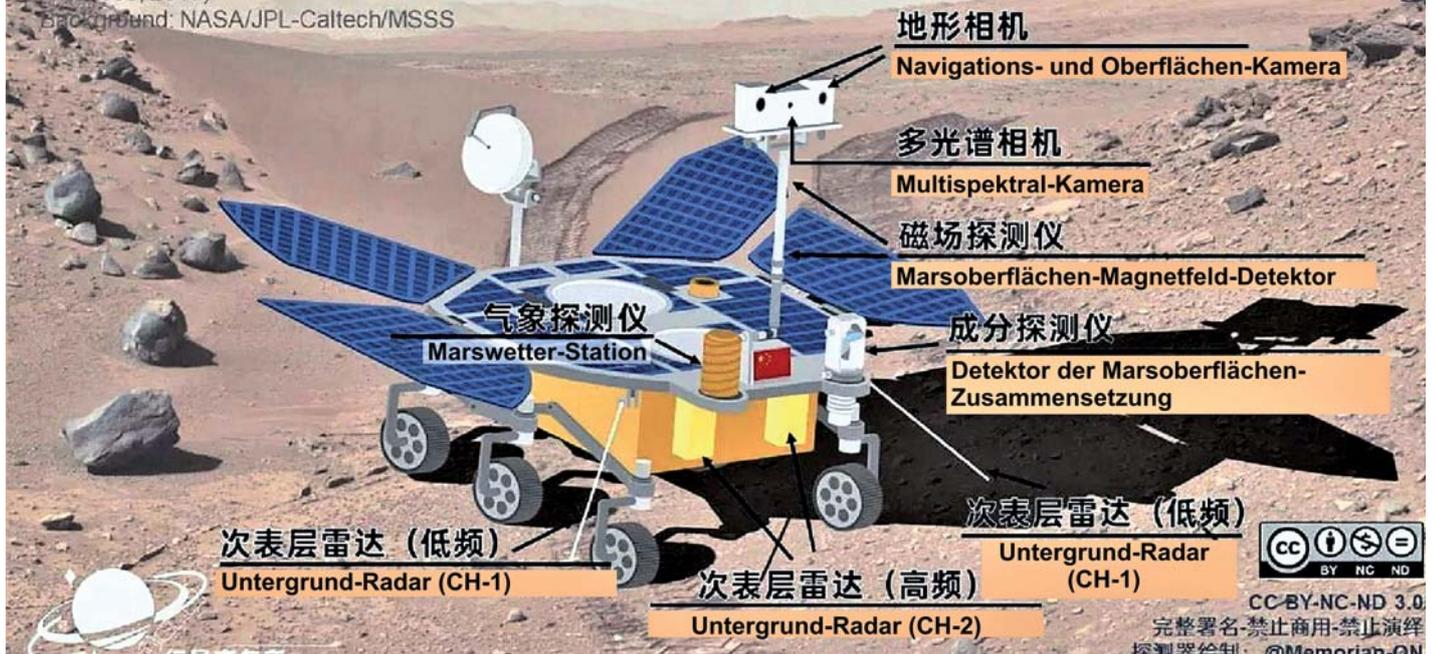
# TIANWEN-1 Rover

Reference:

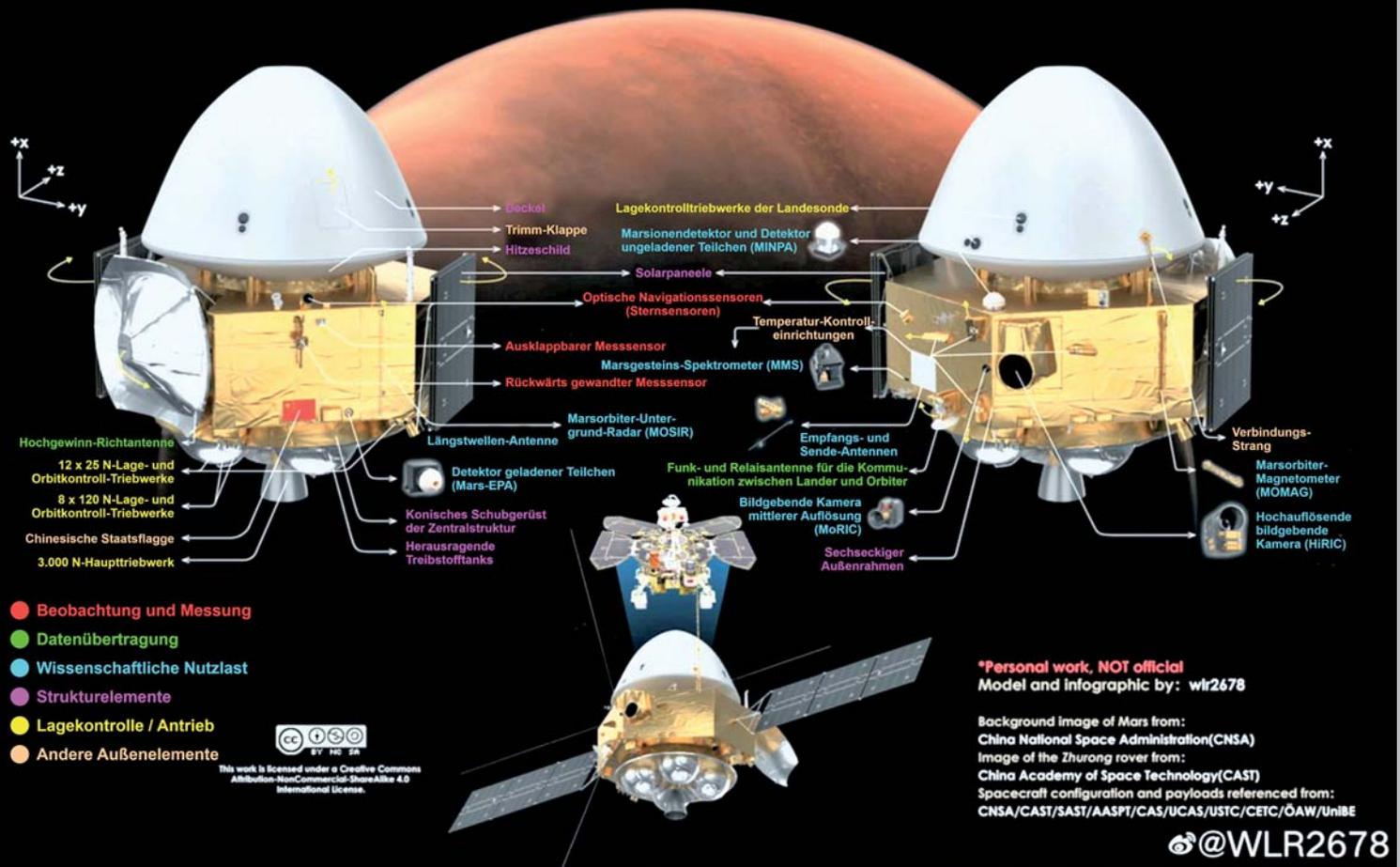
Yan et al. (EPSC, 2019)

Ye et al. (Science China Technological Sciences, 2017)

Background: NASA/JPL-Caltech/MSSS



# Die TIANWEN-1 Marssonde



## 天问一号环绕器 TIANWEN-1 Orbiter

References:  
 Yan et al. (EPSC, 2019)  
 Ye et al. (Science China Technological Sciences, 2017)

### 离子与中性粒子分析仪

Marsionendetektor und Detektor ungeladener Teilchen (MINPA)



### 次表层雷达 (发射天线)

Marsorbiter-Untergrund-Radar (MOSIR) (Sendeanenne)

### 能量粒子分析仪

Detektor geladener Teilchen (Mars-EPA)



CC BY-NC-ND 3.0

完整署名-禁止商用-禁止演绎  
 探测器绘制: @Memorian-QN  
 设计改编: @haibaraemily



# 3. Weltkongress der Space Renaissance International

Ein Bericht von Prof. Dr. Dieter B. Herrmann



**Michelle Hanlon**, President of National Space Society, Founder of For All Moonkind



**Jan Wörner**, former Director General of ESA



**Robert Zubrin**, founder of the Mars Society



**Rick Tumlinson**, cofounder of the Space Frontier Foundation, New Worlds, Space Fund



**Giacomo Cao**, President of the Sardinian AeroSpace District (DASS) Scarl, and CEO of CRS4



**Susan Ip-Jewel**, CEO/Co-Founder of MMAARS, Inc



**Gary Barnard**, founder and Executive Director of the Space Development Foundation



**Christina Korp**, president of Purpose Entertainment



**John Blincow**, President of the Gateway Foundation



**Joe Pelton**, Exec. Board the International Association for the Advancement of Space Safety

Die „Space Renaissance International“ (SRI, zunächst als Space Renaissance Initiative gegründet) ist eine im Jahre 2008 ins Leben gerufene gemeinnützige Organisation mit Sitz in Europa, die es sich zum Ziel gesetzt hat, die künftige Entwicklung der Menschheit zu einer interplanetaren Spezies zu befördern.

Sie sieht in der Besiedlung außerirdischer Räume einen natürlichen Evolutionsschritt der Menschheit, weil die begrenzte Oberfläche eines Planeten mit seinen ebenfalls begrenzten Ressourcen nicht der geeignete Ort sei, um eine sich ständig weiter entwickelnde expandierende Zivilisation dauerhaft zu beherbergen.

Vom 26. bis 30. Juni 2021 fand nun der 3. Weltkongress der Space Renaissance International unter dem Generalthema "Civilian Space Development" mit rd. 300 registrierten Teilnehmern aus 43 Ländern statt. Der

gesamte Kongress wurde auf Zoom durchgeführt und live auf dem Youtube-Kanal Space Renaissance übertragen. Es waren fünf Tage intensiver Diskussionen, denen seit Oktober 2020 bereits sieben Webinare vorausgegangen waren. Auf dem Kongress ergriffen 10 Hauptredner (Keynote Speaker) das Wort, es gab 80 eingereichte schriftliche Beiträge, 66 Live-Präsentationen, 15 Symposiumssitzungen und eine Postersession. Neu war die Aufnahme eines Symposiums über die verschiedenen Künste, die sich mit dem Thema Weltraum befassen und bereits eine breite internationale Kunstszene hervorgebracht haben. Leitgedanke war hierbei die Erkenntnis, dass die Künste ein geeignetes Mittel darstellen, um die Visionen der SRI emotional und visuell zur Geltung zu bringen und somit breiteren Schichten auf diese Weise zugänglich zu machen. Diese Aktivitäten sind inzwischen auf Facebook „Space Renais-

sance Art“ für alle Interessenten zu verfolgen. Die oben abgebildeten Hauptredner sorgten für einen hochkarätigen Auftakt des Kongresses.

## 1. Tag

- Symposium über sozio-ökonomische und globale Zusammenarbeit [https://youtu.be/Sx\\_N54\\_gZ4o](https://youtu.be/Sx_N54_gZ4o)

Mit den thematischen Sitzungen  
**1.1** Die Ausweitung der Zivilisation in den Weltraum: immense Vorteile und Risikominderung für die Zivilisation (4 Vorträge)

**1.2** Globale Zusammenarbeit mit Agenturen, Unternehmen, Raumfahrtverbänden, den Vereinten Nationen und Regierungen des Planeten Erde zur Förderung der zivilen Raumfahrtentwicklung (4 Vorträge)

## 2. Tag

- Symposium über Raumfahrtentwicklung (1)

**2.1** Sicherheit und Gesundheit im Weltraum (4 Vorträge)

**2.2** Politische Maßnahmen zur Ermöglichung von Gemeinschaften jenseits der Erde: Technologien, Finanzierung und Recht (7 Vorträge)

**2.3** Industrielle Entwicklung in der Erdumlaufbahn (5 Vorträge)

- Symposium über Space Renaissance-Kunst (1) (mit 5 Vorträgen/künstlerischen Produktionen)

### 3. Tag

- Symposium über Raumfahrtentwicklung (2)

**2.4** Der Mond und die Entwicklung im Raum zwischen Mond und Erde (5 Vorträge)

**2.5** Weltraumbasierte Solarenergie, Energieversorgung für die zivile Raumfahrtentwicklung (6 Vorträge)

**2.6** Ökologisierung des Sonnensystems (6 Vorträge)

**2.7** Mars, der Asteroidengürtel und darüber hinaus (4 Vorträge)

- Symposium über Space Renaissance-Kunst (2) (5 Vorträge/künstlerische Produktionen)

### 4. Tag

- Symposium über Weltraumphilosophie und Outreach Mit den thematischen Sitzungen

**3.1** Ein konzeptioneller Fahrplan für die ersten Schritte der Weltraumbesiedlung (7 Vorträge)

**3.2** Tourismus, Wohnen, Sport, Kunst und Kultur im Weltraum (5 Vorträge)

### 5. Tag

- Symposium über die Kongress-Thesen

**4.1** Stand der Zivilisation und Perspektiven der Expansion in das Weltall (6 Vorträge)

**4.2** Strategie für die Entwicklung der Space Renaissance bis 2025 (1 Vortrag)

Die vom Gründungspräsidenten Adriana V. Autino (Italien), u.a. Autor des Buches „A greater World is possible“ initiierte und vom Kongress verabschiedete Resolution macht auf eindrucksvolle Weise die aktuellen Zielstellungen der SRI zusammenfassend deutlich.

- Entwicklung einer angemessenen industriellen Infrastruktur zur Herstellung von Treibstoff im Weltraum, aus Mond- und Asteroidenmaterial, sowie Abbau von Helium 3, seltenen Erden und Edelmetallen.

- Rückgewinnung und Wiederverwendung von Weltraummüll. Das sei nicht nur eine notwendige und überfällige Reinigungsaktion, sondern zugleich ein Startpunkt für die Industrie im Erdorbit und den Übergang von einer wertvollen öffentlichen Umweltinitiative zum ersten orbitalen Industrieunternehmen.

- Verbesserung des Schutzes von Leben im Weltraum. Strahlungen von unserer Sonne und aus dem tiefen Kosmos (Supernovae) stellen eine große Bedrohung für die menschliche Gesundheit und Fruchtbarkeit dar. Der Mensch kann ohne einen entsprechenden Schutz nicht über längere Zeit und Entfernungen im Weltraum reisen und leben.

- Beginn von Experimenten zur künstlichen Schwerkraft, z.B. mit speziellen rotierenden Modulen. Wir müssen viel lernen, z.B. wie der Coriolis-Effekt sich bei verschiedenen Durchmessern und Rotationsgeschwindigkeiten auswirkt, wie er die menschliche Wahrnehmung, Psychologie und physikalische Bedingungen beeinflusst (im Vergleich zu niedriger und null Schwerkraft).

- Junge Generationen ansprechen, um sie für den Weg ins All zu inspirieren.

- Produktion von Lebensmitteln im Weltraum, Forcieren der Erforschung und Erprobung von Exo-Landwirtschaft, Beginn der Erprobung von großen Weltraum- und Mondhabitaten mit Nahrungsmittel- und Sauerstoffproduktion.

- Sicherheit im Weltraum. Schutz vor Asteroideneinschlägen und starken Sonnenstürmen. Entwicklung von Strahlenschutzschilden für Raumfahrzeuge und Habitate im Weltraum, auf dem Mond und dem Mars. Das gleiche Konzept könnte auch für den Schutz der Erde genutzt werden.

- Unterstützung der Weltraumtourismus-Industrie und ihrer Bemühungen, zivile Weltraumreisen und Unterkünfte (Hotels) zu entwickeln,

um die Erfahrung der Raumfahrt in Profit zu verwandeln.

Die SRI wirbt dafür, dass diese Forderungen dringend in eine allgemeine Agenda zur Besiedlung des Weltraums eingefügt werden. Sie sind nicht nur wissenschaftliche Forschungsgegenstände und nicht nur Anlass für Investitionen der Privatwirtschaft. All diese Punkte erfordern die Zusammenarbeit zwischen Agenturen und der privaten Raumfahrtindustrie. Alle internationalen visionären Unternehmer, Regierungen, Weltraumorganisationen, die Vereinten Nationen, Universitäten und sonstige interessierten Parteien, Institutionen und Einzelpersonen sollten sich daran beteiligen.

Die aus organisatorischen Gründen erst nach Beendigung des Kongresses durchgeführten Wahlen haben als neuen Präsidenten der SRI Prof. Bernard Foing (ESA und Vrije Universität Amsterdam, Frankreich/Niederlande) bestimmt. Zum Board of Directors gehört als eine der Vizepräsidenten auch Sabine Heinz (Deutschland), die für das SRI-Kunst-Chapter zuständig ist.

Ausführliche Informationen über die SRI findet man auf der Website <https://spacerenaissance.space/>



**Sabine Heinz** baut auch gerade eine „SRGermany“ auf. Die Gründungsveranstaltung via Zoom-Konferenz fand am 31. August statt.

Zur Mitwirkung sind alle Interessenten herzlich eingeladen

**Kontakt:**

sabine.heinz@spacerenaissance.org



Palast der Wissenschaft und Technik in Pjöngjang. Fotos: KSA



# Raumfahrtvereinigung der Demokratischen Volksrepublik Korea

Von Prof. Ri Won Chol

## Gründung und Zielsetzungen

Es ist ein Merkmal unserer heutigen Zeit, dass die Menschheit durch die Erforschung des Weltraums gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Fortschritt erzielt. Dadurch ist das öffentliche Interesse an der Raumfahrt enorm gestiegen und zudem haben die erfolgreichen Starts unserer Satelliten Kwangmyongsong 3-2 und Kwangmyongsong 4 bei Wissenschaftlern und Ingenieuren große Begeisterung für die wissenschaftliche Weltraumforschung geweckt.

Am 30. April 2016 (Juche 105) hat das Zentralkomitee der Gesamtföderation für Wissenschaft und Technologie der DVRK die Koreanische Raumfahrtvereinigung (Korea Space Association – KSA) gegründet. Die KSA bringt Wissenschaftler und Techniker, die auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaften und Raumfahrtanwendungen arbeiten, mit Referenten und Forschern der Universitäten zusammen.

Die KSA hat es sich zum Ziel gesetzt, mit wissenschaftlicher Forschung und der Nutzung des Weltraums zur Entwicklung der nationalen Ökono-

mie und der Verbesserung des Lebensstandards der Menschen beizutragen.

## Aufgabe

Die KSA trägt durch die Verbreitung der Ergebnisse aus den Weltraumwissenschaften und Raumfahrttechnologien und durch die Stärkung der akademischen Zusammenarbeit nicht nur zur weiteren Entwicklung der Raumfahrt, sondern auch zum wirtschaftlichen Aufbau des Landes bei.

Ferner befördert die KSA die friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraums durch die Umsetzung der wissenschaftlichen und technischen Kooperation und durch den weltweiten auf dem Prinzip des gegenseitigen Vorteils beruhenden Austauschs mit anderen nationalen Luft- und Raumfahrtorganisationen sowie mit internationalen Organisationen, die unsere Souveränität respektieren und uns freundlich gesinnt sind.

## Struktur und Veranstaltungen

Die KSA besteht aus der Generalversammlung, dem Ständigen Ausschuss und dem Sekretariat. Die Organisation hat 500 Mitglieder. In Übereinstimmung mit den Statu-

ten der KSA werden jährlich eine Generalversammlung und 2 Komiteesitzungen abgehalten. Bei Bedarf finden weitere Arbeitstreffen statt.

Die KSA organisiert jährlich im November/Anfang Dezember ein Symposium über Weltraumwissenschaften und Raumfahrttechnologien. Die Zusammenkünfte dienen dazu, den Enthusiasmus der Mitglieder wach zu halten, den Wettbewerb von Weltraumwissenschaft und Raumfahrttechnologie anzufeuern und den akademischen Austausch zu befördern.

Im Jahr 2016 wurde das „Weltraumwissenschaft und -technologie Symposium 2016“ im Sci-Tech-Complex (Palast der Wissenschaft und Technik in Pjöngjang) unter dem Motto „Aufbau einer starken Gesellschaft, Weltraumwissenschaft und -technologie in der DVRK“ durchgeführt.

Die Kim-Il-Sung-Universität, die Staatliche Akademie der Wissenschaften, die Akademie der Gesellschaftswissenschaften, das Ministerium für Kommunikation und Informationstechnologie, das Staatliche Amt für Hydro-Meteorologie, das Ministerium

für Land- und Umweltschutz, die Kim-Chaek-Universität für Technologie und andere Einrichtungen nahmen an dem Symposium teil. Es wurden 250 Vorträge eingereicht, wovon 70 berücksichtigt werden konnten.

Die Veranstaltung im Jahr darauf, das „Weltraumwissenschaft und -technologie Symposium 2017“ hatte zum Thema: „Eigenentwicklungen und Weltraumerforschung in der DVRK“. Es wurden mehr als 280 hochqualitative Vorträge eingereicht. Die Inhalte waren hauptsächlich der Bedeutung und Wichtigkeit der friedlichen Erforschung des Weltraums gewidmet. Weitere Schwerpunkte waren die Errungenschaften und die praktischen Erfahrungen, die auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaften und -technologien, einschließlich des Baus und des Betriebes von Satelliten, gewonnen wurden.

Seitdem werden jedes Jahr verschiedene thematische Raumfahrtsymposien gehalten, um die jüngsten Trends und Entwicklungen in der Kosmosforschung und den Fortschritt in der Raumfahrttechnik zu diskutieren. Die inhaltlich hochwertigen Vorträge und Papers tragen zur Entwicklung von neuen, modernen Satelliten bei.

Die KSA organisiert auch Weiterbildungsveranstaltungen und Trainingskurse zu den neuesten Entwicklungen und Erkenntnissen in der Raumfahrt.

### Das „Korea Space Association Journal“

Nach dem erstmaligen Erscheinen im Jahr 2016, hat KSA jährlich das „Korea Space Association Journal“ herausgegeben. Die Jahress Ausgabe umfasst die besten Vorträge des jeweiligen „Weltraumwissenschaft und -technologie Symposiums“ sowie Artikel über die neuesten Raumfahrt-Errungenschaften. Die Publikation dient der Verbreitung und Popularisierung der Ergebnisse aus der nationalen Raumfahrt.

### Datenbank der modernen Weltraumwissenschaft und Raumfahrt-technologie

Die KSA hat im Sci-Tech-Complex eine Datenbank und elektronische Bibliothek der modernen Weltraum-



An den Universitäten finden zahlreiche Raumfahrt-Vorlesungen statt.

wissenschaft und Raumfahrttechnologie eingerichtet. Der Sci-Tech-Complex in der Hauptstadt der DVRK ist ein Zentrum des Lernens für alle Bürger und eine zentrale Mehrzweckeinrichtung für die Bereitstellung und Verbreitung von wissenschaftlichem und technologischem Wissen. Es bietet den Wissenschaftlern, Ingenieuren und Studenten des ganzen Landes vielfältigen wissenschaftlichen und technischen Service.

### Internationale Zusammenarbeit

Die KSA legt großen Wert auf ein breites Spektrum in der weltweiten Zusammenarbeit und des Austausches mit Raumfahrteinrichtungen und internationalen Raumfahrtorganisationen auf dem Prinzip der Gleichberechtigung und des gegenseitigen Vorteils.

Internationale Kooperation und Austausch sind unabdingbar für die friedliche Erforschung und die Nutzung des Kosmos. Durch die Umsetzung eines aktiven Austausches auf dem Gebiet der Raumfahrt, richtet die Raumfahrtvereinigung der Demokratischen Volksrepublik Korea ihre Anstrengungen auf die Errichtung einer gedeihenden sozialistischen Nation und den Nutzen für den Menschen.

### Botschaft vom Vorsitzenden der KSA

Im Namen der Korea Space Association übermittele ich meine herzlichsten Grüße an alle Weltraumwissenschaftler und Raumfahrtexperten auf der ganzen Welt. Sie alle tragen unermüdlich zu der Erforschung und Erkundung des Welt-

raums bei und ebnen der Menschheit den Weg zu einem besseren und zivilisierteren Leben. Ihnen allen möchte ich gern unsere Raumfahrtorganisation vorstellen.

Das 21. Jahrhundert hat einen rasanten Fortschritt auf dem Gebiet der Raumfahrt gemacht und somit eine neue Ära eröffnet, in der sich mehr und mehr Länder in die Erforschung des Weltraums einbringen. Dadurch wurde der Kosmos zu einem wichtigen Gebiet, das zur Existenz der Menschheit und dem wissenschaftlich-technologischen Fortschritt beiträgt.

Unsere Raumfahrtorganisation wird in der Wissenschaft und Technologie des Weltraums Wunder bewirken und so die Talentiertheit und die Intelligenz der koreanischen Intellektuellen sichtbar werden lassen, aber auch zu den weltweiten Anstrengungen in der Raumfahrt beitragen.

Wir beteiligen uns an den internationalen Initiativen zur Stärkung der Kooperation zwischen Raumfahrtnationen und Raumfahrtinstitutionen und um die wirtschaftliche Entwicklung voranzubringen. Wir heißen alle Raumfahrtliebenden Freunde zu unserem Symposium, unseren Ausstellungen und unseren Vorlesungen willkommen.

Prof. Ri Won Chol ist Vorsitzender der KSA und Vizepräsident der Technischen Universität Kim Chaek.

Übersetzung und deutsche Bearbeitung: Jacqueline Myrrhe

# Nicht identifizierte Satelliten

Von Dr. Jens Heide

In dem sehr schönen Buch „Raumflugkörper – Ein Typenbuch“ von Herbert Pfaffe und Peter Stache von 1975 findet sich auf Seite 233 eine Tabelle in der 8 Satelliten als „nicht identifiziert“ verzeichnet sind und die sich nur wenige Tage in der Erdumlaufbahn befanden.

Wie ist das möglich? In einer Welt, in der jeder Quadratmeter der Erde bereits vermessen war, und mitten im sogenannten Kalten Krieg, in dem sich die Supermächte gegenseitig rund um die Uhr überwachten – wie konnte es da sein, dass es „Nicht identifizierte Satelliten“ gab? Selbst die streng geheimen Militärsatelliten waren eindeutig einer Nation zugeordnet. Ins Reich der Phantasie gehören Ideen wie private Geheimorganisationen a la James-Bond-Film „Moonraker“ oder „Alien-Satelliten“ a la „Black Knight“.

Bis 1966 gab es nur drei Länder, die eigenständig Satelliten starten konnten, die Sowjetunion (seit 04.10.1957), die USA (seit 01.02.1958) und Frankreich (seit 26.11.1965). Als vierte Nation folgte Japan erst am 11.02.1970. Wer oder was verbarg sich also hinter diesen 8 nicht identifizierten Satellitenstarts aus den Jahren 1962, 1963 und 1966?

## Internationale Vereinbarungen und Satellitenkataloge

Mit Beginn des Raumfahrtzeitalters 1957 entstand recht schnell die Notwendigkeit, internationale Regelungen/Vereinbarungen bezüglich der Nutzung des Weltraums zu treffen. Hauptsächlich waren das Sicherheitsgründe.

Man hatte schlicht Angst, dass ein Raketenstart als Angriff gedeutet werden könnte und so unbeabsichtigt einen weiteren – und diesmal atomaren – Weltkrieg auslösen würde.

Auf dem Kongress des International Council for Science (ICSU), 2.-4.

Oktober 1958 in Washington, erfolgte die Gründung des Committee on Space Research (COSPAR) durch amerikanische und sowjetische Wissenschaftler. Das erste COSPAR-Meeting fand in London am 14.-15. November 1958 statt, und das wichtigste Ergebnis war, dass man einen internationalen Satellitenkatalog einführte und für jedes Objekt, das eine Umlaufbahn erreichte, eine internationale Bezeichnung vergab, die sogenannte COSPAR-Bezeichnung (auch: International Designator bzw. COSPAR designation). Bis zum 31.12.1962 wurde ein an der Harvard University entwickeltes System unter Verwendung der 24 griechischen Buchstaben verwendet, was sich jedoch auf Grund der stetig steigenden Anzahl von Raumflugkörpern als unpraktikabel erwies. Die aktuelle COSPAR-Bezeichnung besteht aus dem vierstelligen Start-Jahr, einer dreistelligen laufenden Nummer und einem Buchstaben-Index (A für Nutzlasten; B für Raketenstufen in der Umlaufbahn; C, D, E usw. für Fragmente oder Subsatelliten, bei mehr als 24 Teilen folgt auf Z: AA, AB bis AZ, danach BA, BB bis BZ usw.; I, O werden nicht benutzt). Die ursprünglichen Bezeichnungen der Satelliten der Jahre 1957-1962 wurden nachträglich in das neue System umgewandelt.

Der COSPAR-Katalog wird heute in den USA durch das National Space Science Data Center (NSSDC) verwaltet, man findet deshalb auch die Bezeichnung NSSDC ID alternativ für die COSPAR-Bezeichnung.

Parallel dazu legte das US-Militär – North American Aerospace Defense Command (NORAD) – einen eigenen Katalog für menschengemachte Weltraumobjekte an. Darin bekommt jedes geortete Objekt (also auch Raketenstufen und Trümmer) eine eindeutige fünfstellige Identifikationsnummer (frühere Bezeichnung NORAD-Nummer, heutige Bezeich-

nung Satellite Catalog Number (SCN, auch Sat Cat) bzw. USSPACECOM-Objekt-Nummer).

Dieser Katalog ist inzwischen allgemein zugänglich, jedoch fehlen Hinweise auf geheime US-amerikanische militärische Satelliten.

Ein weiterer früher Katalog soll noch erwähnt werden. In Großbritannien beobachteten Wissenschaftler des Royal Aircraft Establishment (RAE) in Farnborough die ersten beiden Sputnik-Satelliten und benötigten dafür regelmäßig Vorhersagedaten. Diese wurden zunächst durch das Royal Greenwich Observatory in Herstmonceux bereitgestellt, aber dieser Dienst wurde schon im Januar 1958 an die RAE abgegeben. Als die Anzahl der Satellitenstarts 1958 zunahm, entstand die Forderung nach einer entsprechenden Liste. Die erste Liste erschien im Juli 1958 als RAE Table of satellites. Fortgeführt wurde die Liste bis 1992 durch die RAE bzw. DRA. Alle Listen wurden digitalisiert, sind online verfügbar und werden durch einen privaten Betreiber weitergeführt.

Ob die Sowjetunion einen eigenständigen ähnlichen Katalog führte, ist nicht bekannt.

Es wurde recht schnell klar, dass neben den nationalen und militärischen Aktivitäten international etwas unternommen werden musste. Im Rahmen der UNO wurde am 13. Dezember 1958 ad hoc der Ausschuss für die friedliche Nutzung des Weltraums (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS) ins Leben gerufen und am 12. Dezember 1959 als ständige Institution der Vereinten Nationen etabliert (UNOOSA, United Nations Office for Outer Space Affairs; seit 1993 mit Sitz in Wien).

Das wichtigste durch die Kommission erarbeitete internationale Vertragswerk ist der Weltraumvertrag (offizieller Titel: Vertrag über die Grundsätze zur Regelung der Tätigkeiten

von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper). Dieser Vertrag wurde am 27. Januar 1967 vereinbart, von 98 Staaten unterzeichnet und trat am 10. Oktober 1967 in Kraft.

Daneben konnten fünf weitere völkerrechtliche Verträge bezüglich Weltraumrecht abgeschlossen werden: der Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser (Teiltteststoppvertrag, 1963) das Weltraumrettungsübereinkommen (1968), das Weltraumhaftungsübereinkommen (1972), das Weltraumregistrierungsübereinkommen (1975) und der Mondvertrag (1979).

Bezüglich der Registrierung von Satelliten wurde bereits am 20. Dezember 1961 mit der Resolution 1721 B (XVI) das erste UN-Register für Weltraumobjekte geschaffen: Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, Übereinkommen über die Registrierung der in den Weltraum gestarteten Gegenstände oder kurz Weltraumregistrierungsübereinkommen bzw. Registration Convention. Ab 1962 wurde dieses Registrierungsübereinkommen geprüft und ausgehandelt. Es hat dann weitere 12 Jahre gedauert, bis die Vereinbarung am 12. November 1974 von der Generalversammlung mit Resolution 3235 (XXIX) angenommen wurde und am 15. September 1976 in Kraft trat.

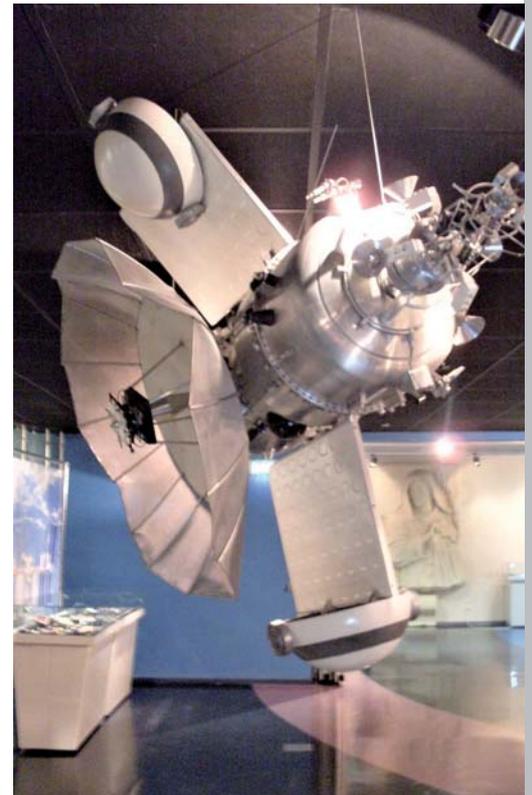
Derzeit (Stand 23. Januar 2021) gibt es 69 an der Registration Convention teilnehmende Staaten, von denen 25 den Vertrag unterzeichnet haben, sowie 4 Organisationen, die ihn anerkennen.

Interessant in dem Zusammenhang ist, dass die DDR noch vor der BRD das Weltraumregistrierungsübereinkommen am 27. August 1975 unterzeichnete und am 12. Mai 1977 ratifizierte (BRD: Unterzeichnet am 2. März 1976, Inkrafttreten am 16. Oktober 1979).

Allerdings trat die DDR bis zu ihrem Verschwinden nicht als Start-Staat



Mars 2MV-3.



Mars 2MV-4.

auf, d.h. es gab keinen DDR-Satelliten.

Das UNOOSA verwaltet ein Register aller Objekte, die in das Weltall gelangen (Online Index of Objects Launched into Outer Space).

Hier findet man Daten zu allen seit 1957 gestarteten Satelliten, die der UNO übermittelt wurden. Nicht nach der Registrierungs-Konvention gemeldete Satelliten sind ebenfalls aufgenommen und besonders gekennzeichnet. Nicht-funktionale Objekte und Weltraumschrott sind nicht enthalten.

Bisher wurden 86% aller Satelliten, die in die Erdumlaufbahn oder darüber hinaus gestartet wurden, beim UNOOSA registriert (Stand 4. Januar 2021).

## Die 8 „geheimnisvollen“ nicht identifizierten Satelliten

Zurück zu den eingangs erwähnten 8 „nicht identifizierten“ Satelliten: Aus den verfügbaren Daten ergibt sich folgendes Bild: Bei allen 8 Starts bzw. Satelliten handelte es sich um mehr oder weniger erfolglose Missionen, die von der Sowjetunion gestartet wurden, aber immerhin eine Umlaufbahn erreichten. Sie wurden nicht bei der UNO registriert, jedoch war die Herkunft, Startort und Startzeitpunkt, im Westen bekannt und mindestens den US-Geheimdiensten auch der Zweck der Missionen. Die Bezeichnung „nicht identifiziert“ suggeriert somit etwas völlig Unbekanntes. Eine treffender gewählte Bezeichnung wäre „nicht registriert“ oder „Missionsdetails unbekannt“.



COSMOS U-2, Fractional Orbital Bombardment Systems (FOBS). Fotos: Archiv

**Daten der 8 „geheimnisvollen“ nicht identifizierten Satelliten**

25.08.1962

[1] 1962 π1 2MV-1 s/n 1 (Venera 2MV-1 No. 1)  
ALPHA PI 1 geplante Venus-Landesonde,  
1962-040A im Erdorbit gestrandet;  
Sat Cat: 00371 in USA zunächst als Sputnik 23 bezeichnet,  
später als Sputnik 19.

01.09.1962

[1] 1962 1 2MV-1 s/n 2 (Venera 2MV-1 No. 2)  
ALPHA TAU 1 geplante Venus-Landesonde,  
1962-043A im Erdorbit gestrandet;  
Sat Cat: 00381 in USA zunächst als Sputnik 24  
bezeichnet, später als Sputnik 20.

12.09.1962

[2] 1962 1 2MV-2 s/n 1 (Venera 2MV-2 No. 1)  
ALPHA PHI 1 geplante Venus-Flyby-Sonde,  
1962-045A im Erdorbit zerstört bei Explosion  
Sat Cat: 00389 der 3. Stufe; in USA zunächst als  
Sputnik 25 bezeichnet, später als Sputnik 21

24.10.1962

[3] 1962 1 2MV-4 s/n 3 (Mars 2MV-4 No. 1)  
BETA IOTA 1 geplante Mars-Flyby-Sonde,  
1962-057A im Erdorbit zerstört;  
Sat Cat: 00443 in USA zunächst als Sputnik 29 bezeichnet,  
später als Sputnik 22.

04.11.1962

[4] 1962 1 2MV-3 s/n 1 (Mars 2MV-3 No. 1)  
BETA XI 1 geplante Mars-Landesonde,  
1962-062A im Erdorbit zerstört;  
Sat Cat: 00451 in USA zunächst als Sputnik 31 bezeichnet,  
später als Sputnik 24.

04.01.1963

[5] 1963-001A E-6 s/n 1 (Luna E-6 No. 1)  
Sat Cat: 00521 geplante Mond-Landesonde,  
1963-001B im Erdorbit gestrandet;  
Sat Cat: 00522 in USA zunächst als Sputnik 33 bezeichnet,  
später als Sputnik 25; es wurde vermutet,  
dass 1963-001B die Nutzlast war.

17.09.1966

[6] 1966-088A OGCh No. 05L  
Sat Cat: 02437 auch als COSMOS U-1 bezeichnet,  
unangekündigter Test des Fractional Orbital  
Bombardment Systems (FOBS),  
Selbstzerstörung nach Erreichen falscher  
Flugbahn, über 100 katalogisierte  
Trümmerteile.

02.11.1966

[6] 1966-101AS OGCh (No. 06)  
Sat Cat: 02931 auch als COSMOS U-2 bezeichnet,  
unangekündigter Test des Fractional Orbital  
Bombardment Systems (FOBS),  
Selbstzerstörung nach Erreichen falscher  
Flugbahn, über 50 katalogisierte  
Trümmerteile.

waren sich sehr ähnlich.

[2] Es war die einzige Sonde des Typs 2MV-2.

[3] Es war die erste Sonde des Typs 2MV-4. Die zweite Sonde dieses Typs erreichte den Mars am 19. Juni 1963 als Mars 1, allerdings war da bereits der Funkkontakt abgebrochen.

[4] Es war die einzige Mars-Sonde des Typs 2MV-3.

[5] Dies war der erste Versuch einer weichen Mondlandung. Mit dem Typ E-6 erzielte die Sowjetunion 3 Jahre später mit Luna 9 am 3. Februar 1966 die erste weiche Mondlandung.

[6] Diese Starts gehörten zu den wenigen Orbitalstarts der Sowjetunion, die nicht angekündigt wurden, denn sie waren als suborbitale bzw. teilorbitale Flüge geplant. Durch Fehlsteuerung gelangten die Flugkörper in eine höhere Umlaufbahn, und Trümmerschwärme umkreisten nach der Selbstzerstörung noch etliche Zeit die Erde.

**Praxis der Meldepflicht**

Nun könnte der Eindruck entstehen, dass nur die Sowjetunion den internationalen Verpflichtungen nicht nachkam oder etwas zu verheimlichen hätte.

Die USA waren zwar die ersten, die eine entsprechende Registrierungsanmeldung für ihre Satelliten einreichten, aber alle vor 1962 gestarteten Satelliten wurden nicht nachgemeldet – was hingegen die Sowjetunion tat. Mit Stand Januar 2021 sind insgesamt 1.025 Satelliten nicht bei der UNO registriert. 72 Staaten oder Organisationen haben ihre Satelliten nicht registriert, wobei die meisten Nichtregistrierungen in den letzten 3 Jahren liegen (2020 = 260; 2019 = 245; 2018 = 89).

Ungeschlagener Spitzenreiter im Nichtregistrieren sind die USA gefolgt von China. China registriert offensichtlich generell keine ihrer Satelliten. Die Sowjetunion (incl. Russland) rangiert an 3. Stelle, und sie waren auch nicht die ersten, die sich nicht an den Vertrag hielten. Das waren wiederum die USA. Selbst die EU und die ESA haben viele ihrer Satelliten nicht registriert. Auch die

[1] Es waren die beiden einzigen 2MV-Serie wurden sowohl zur Venus Sonden des Typs 2MV-1. Sonden der als auch zum Mars geschickt und

## Nicht registrierte Satelliten (UNOOSA, Stand: Januar 2021)

Rang	Land/Organisation	
1	USA	358
2	China	226
3	Russland (inkl. UdSSR)	42
4	Japan	34
5	INTELSAT	32
6	Europäische Union	22
7	Israel	21
8	ESA	17
9	ARABSAT	14
10	Italien	14
11	Uruguay	14
12	Deutschland	13

Bundesrepublik Deutschland bekleckert sich nicht mit Ruhm, sie hat 13 Satelliten nicht registrieren lassen und steht damit an 12. Stelle der „schwarzen Schafe“. Daneben haben so gut wie alle Staaten, die ihre Satelliten durch einen Dritten in den Orbit befördern ließen, diese Satelliten nicht registriert.

### Problematik der internationalen Regelungen

Welche Gründe gibt es, Satelliten nicht zu registrieren?

Die Idee des Weltraumregistrierungsübereinkommens ist ein absolut positiver Beitrag zur internationalen Trans-

parenz, jedoch lassen bestimmte Formulierungen im Text Interpretationsspielraum zu bzw. sind gar nicht beschrieben worden. Das betrifft z.B. die Festlegungen für den Start-Staat (kompliziert wird es bei multinationalen Organisationen oder wenn ein Eigentümerwechsel stattgefunden hat), die Weltraum-Objekte (einige Staaten wie die USA und Frankreich interpretieren das Weltraum-Objekt dahingehend, dass es nicht-funktionelle Objekte wie verworfene Raketenstufen und Trümmer enthält, während andere, z. B. Russland, nur Nutzlasten in Betracht ziehen) oder den Meldezeitpunkt, (die meisten Staaten melden erst Monate und Jahre später. In der Ära des Internets sollte „so schnell wie möglich“ eine Frage von Stunden oder Tagen, nicht Monaten oder Jahren sein).

Die Gründe für eine Nichtregistrierung sind in Gruppen (ein Buchstabe) und Untergruppen (Doppelbuchstabe) kategorisiert worden. Bisher sind 39 Gründe erfasst, einen Satelliten nicht zu registrieren. Die Interessantesten seien hier genannt:

- Satelliten sind vor Inkrafttreten der Resolution 1721B verglüht
- geheime Militärsatelliten bewusst als Trümmer registriert
- verlorengegangene Registrierungs-dokumente

- Kurzlebige Satelliten weglassen
- Interplanetare Missionen vergessen

Daneben sind Kompetenzstreitigkeiten, vorsätzliche und versehentliche Unterlassung oder schlicht die Nichtteilnahme an der Konvention die häufigsten Gründe für eine Nichtregistrierung.

In Bezug auf das Abkommen wird vom Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg (IFSH) kritisiert: „Die Effektivität dieser Konvention wird jedoch dadurch in Mitleidenschaft gezogen, dass eine Reihe von Staaten den UN-Generalsekretär entweder überhaupt nicht, nur unvollständig oder erst mehrere Monate oder gar Jahre später informieren. Zudem sind die geforderten Angaben in der Regel zu allgemein, um – soweit dies überhaupt möglich ist – eine Unterscheidung zwischen militärischen und zivilen Zwecken vornehmen zu können.“

Last but not least: Bei der UNO arbeiten auch nur Menschen, und so können schon mal Papiere verschwinden. Das betraf ca. 11 Satelliten der Sowjetunion des Zeitraums Juli bis September 1970. Man konnte oder wollte den Vorfall auch nicht weiter erklären.



### Raketenspuren - Waffenschmiede und Militärstandort Peenemünde

Volkhard Bode, Gerhard Kaiser  
212 Seiten, 266 Abbildungen, Softcover,  
10. aktualisierte Auflage 2020  
Ch. Links Verlag, Berlin,  
ISBN 978-3-86153-345-0  
Preis: 20,- Euro

Das Buch muss nach dem Erscheinen im Jahr 1995 mit seiner umfassenden Recherche, zahlreichen Abbildungen in Erstveröffentlichung und den Statements von Zeitzeugen, auch aus dem Widerstand, überrascht haben. Als Einige noch der großangelegte geplanten, jedoch durch politische Intervention aus dem Ausland geplätzten Jubiläumsfeier zum 50. Jahrestag des ersten erfolgreichen Starts

einer A4-Rakete (V2) in Peenemünde nachtrauerten, lieferten die Autoren ein kompaktes und in jeder Hinsicht schlüssiges Werk ab. Bode und Kaiser sprachen in ihrer Technik- und Militärgeschichte auch konkret den Einsatz von KZ-Häftlingen in Peenemünde sowie den wachsenden Druck der SS auf die Leitung der Heeresversuchsanstalt an. Erstmals konnten sie ein Foto des Beauftragten Himmlers für die „Wunderwaffen“, SS-General Dr. Hans Kammler, veröffentlichen. Dieser ließ sich nie gerne ablichten. Er mag es befürchtet haben: Trotz einer Todesnachricht aus dem Mai 1945 wurde nach ihm als Kriegsverbrecher gefahndet. Die Autoren beschreiben in einer historischen Reportage, wie sie ihr Buch selbst bezeichnen, den Aufbau der Raketenschmiede auf dem einst verschlafenen „Land's End“ der Insel Usedom. Die zahlreichen historischen Abbildungen sind nah dran am inhaltsschweren und spannenden Text. Die aktuellen Fotos von Christian Thiel, insbesondere die der „Raketenspuren“, runden das Werk ab. Nicht unbehandelt bleiben die Aktivitäten

der Siegermächte nach dem Krieg bei ihrer Suche nach Experten und Raketen(teilen) sowie den Konstruktionsunterlagen.

Über 20 Seiten sind dem gewidmet, was nach Kriegsende kam: Rote Armee, Demontage, Zerstörung ..., dann die Nationale Volksarmee der DDR mit Marine und Jagdfliegern.

„Zukunft aus Ruinen?“ Die Neuauflage stellt auch die Frage nach der Perspektive dieses historischen Ortes. Die hat mit der Gründung eines Technikvereins und des Museums schon vor einiger Zeit begonnen. Es sind aber noch viele Fragen offen, wie zum Beispiel die nach der Einbeziehung der Denkmallandschaft und ihrer Zugänglichkeit, denn große Teile des Geländes sind munitionsbelastet.

Der Verlag hat seine Kompetenz zum Thema zwischenzeitlich weiter gestärkt. Die verwandten Titel „Denkmallandschaft Peenemünde“ und „Krieg oder Raumfahrt - Peenemünde in der öffentlichen Erinnerung seit 1945“ seien hier für ein erweitertes Verständnis von Geschichte und Gegenwart ebenfalls empfohlen.

**Bernd Ruttman**



Dieses Gefährt geht auf den 1959 geborenen Robert Lazar zurück, der nach eigenen Angaben in der „Area 51“ in Nevada außerirdische Hardware studierte. Foto: pixabay.com. Rechts ein Screenshot aus einem der UAP-Videos.

## Unbekannte Flugobjekte aus dem All? Von Dr. Ralf Bülow

Für die Medien war er eine Sensation, für Ufologen eine Enttäuschung: der Bericht der amerikanischen Geheimdienste über unbekannte Luftphänomene, der im Juni erschien. Was genau steht dort aber drin?

Am 25. Juni 2021 veröffentlichte das Office of the Director of National Intelligence der Vereinigten Staaten einen vorläufigen Bericht über Unidentified Aerial Phenomena. Der Direktor ist in diesem Falle eine Direktorin, die 52 Jahre alte Juristin Avril Haines; sie leitet seit Anfang des Jahres die Dachorganisation der sechzehn US-Nachrichtendienste, die auch Intelligence Community genannt wird. Das betreffende Amt existiert seit 2005, die unidentifizierten Luftphänomene gibt es schon etwas länger. Sie machten vor 74 Jahren Schlagzeilen, als der Privatpilot Kenneth Arnold neun von ihnen über dem Nordwesten der USA ausmachte. Auf Arnolds Sichtung vom 24. Juni 1947 folgten abertausende Beobachtungen von „Fliegenden Untertassen“ in aller Welt. In den 1950er Jahren führte die US Air Force die Bezeichnung Unidentified Flying Objects oder UFOs ein; dieses Kürzel setzte sich auch in Deutschland durch. In jüngster Zeit verbreitete sich in Amerika die Unidentified Aerial Phenomena oder UAP, der neue Ausdruck bedeutet eigentlich dasselbe wie die alten UFOs.

Der im Juni erschienene UAP-Bericht war eine Pflicht, die die Regierung nach dem amerikanischen Geheimdienstgesetz für das Jahr 2021 erfüllte. Sie musste 180 Tage nach dem Inkrafttreten die Ausschüsse des US-Kongresses für die Streitkräfte und für die Geheimdienste über rätselhaftes Flugobjekte informieren. Da Präsident Donald Trump das Gesetz am 27. Dezember 2020 unterschrieb, übrigens als Teil eines Maßnahmenpakets zur Corona-Pandemie, war das Papier zu den unidentifizierten Luftphänomenen am 25. Juni 2021 fällig. Seine Autoren kamen aus dem erwähnten Office of the Director of National Intelligence und der Unidentified Aerial Phenomena Task Force, einer offiziell im August 2020 gegründeten Arbeitsgruppe des US-Marine-Geheimdienstes. Der UAP-Bericht bestand aus einem geheimen Teil unbekannter Länge und einem nicht geheimen mit neun Seiten. Ohne das Titelblatt, die Einführung, die Zusammenfassung und die Anhänge schrumpfen die neun auf vier Seiten, die tatsächlich Informationen enthalten. Leider sind diese in einem fürchterlichen Amts-Englisch abgefasst, das mit „may be“, „could be“ und „limited data“ gespickt ist. Gelegentlich liegt der Verdacht nahe, dass die Autoren nur Zeilen füllen wollten, ohne Details preiszugeben. Am besten fangen wir mit den Punkten an, die der Bericht vom 25. Juni nicht bringt. Er sagt kein Wort zu

den 2017 von der „New York Times“ enthüllten UAP-Videos, die außerirdische Phänomene wieder populär machten und über interessierte Senatoren wie Marco Rubio und Mark Warner zum UAP-Paragrafen im Geheimdienstgesetz führten. Bei den Stellen, die Input zum Bericht lieferten, fehlen die Raumfahrtbehörde NASA und der Geheimdienst CIA. Das Desinteresse der NASA an unbekanntem Flugobjekten ist bekannt, die Enthaltensamkeit der CIA könnte andere Gründe haben. In den 1990er Jahren sahen Beobachter seltsame dreieckige Flugzeuge am Himmel, die mit einem Geheimprojekt namens Aurora zu tun hatten (dem Verfasser dieser Zeilen wurde das Projekt 1995 von einem vertrauenswürdigen Zeugen bestätigt). Die CIA fuhr in den 1950er Jahren ihre UFO-Forschung herunter, es wäre aber denkbar, dass sie später Hyperschall-Aufklärer entwickeln und fliegen ließ. Als möglicher UAP-Verursacher könnte sie natürlich nur schlecht an einer Studie darüber mitwirken.

Unser UAP-Bericht enthält nur eine einzige Fall-Analyse, einen großen Ballon, der die Gasfüllung verlor. Darüber hinaus beschränkt er sich auf quantitative Angaben und Beschreibungen von Fall-Gruppen. Es folgen nun die zentralen Aussagen:

- Der Bericht konzentrierte sich auf Sichtungen im Zeitraum 2004 bis 2021 durch Militärpiloten vor allem aus der US-Marine. Insgesamt wurden 144

Meldungen untersucht und eine geklärt, der oben erwähnte Ballon. Die übrigen 143 blieben ungeklärt. Es gab maximal 141 UAP-Fälle („incidents“), von denen mindestens einer durch mehr als einen Zeugen mitgeteilt wurde, so dass sich die Gesamtzahl von 144 Meldungen ergab.

- 80 Meldungen basierten auf Beobachtungen mit mehreren Techniken („multiple sensors“). Im einfachsten Fall könnte das heißen, dass der Pilot auf dem Monitor im Flugzeug zwischen dem optischen und dem Infrarot-Kanal hin und her schaltete. Denkbar wäre ebenso die gleichzeitige Erfassung mit Radar und dem bloßen Auge.

- In 18 Fällen, belegt durch 21 Meldungen, zeigten UAP ungewöhnliche Bewegungen („movement patterns and flight characteristics“). Einige blieben im Aufwind stehen oder flogen gegen den Wind, andere bewegten sich abrupt oder sehr schnell ohne sichtbaren Antrieb. Manchmal bemerkten die Piloten Funkwellen („radio frequency energy“). Beobachtet wurden beschleunigte Bewegungen sowie die Veränderung der vom Sensor erfassten Abstrahlung („signature management“). Bei elf Meldungen kam es zu Nahbegegnungen („near misses“) mit UAP.

Die Unidentified Aerial Phenomena Task Force listete vier mögliche Erklärungen für UAP auf: Vögel und Objekte (Drohnen, Ballons, Himmelslaternen und ähnliches), atmosphärische Phänomene (Wolken, Eiskristalle

oder Inversionen, die Radarechos vor-täuschen), geheime amerikanische Luftfahrzeuge und ausländisches oder privates Fluggerät. Die geheimen US-Flugobjekte wurden sofort mit der gewundenen Formulierung „We were unable to confirm [...] that these systems accounted for any of the UAP reports we collected“ („Wir konnten nicht bestätigen, dass diese Systeme einem der von uns gesammelten UAP-Berichte zuzurechnen sind“ – Anm. d. Red.) dementiert. Warum steht diese Erklärung aber im Text? Gab es vielleicht vor dem Jahr 2004 Systeme, die in die Kategorie fielen? Eine fünfte Kategorie „Other“ reservierte das Team für UAP mit rätselhaftem fliegerischem oder physikalischem Verhalten. In der Zusammenfassung zu Beginn räumt der UAP-Bericht die Möglichkeit ein, dass solche Phänomene auf Fehler in der Sensorik, Täuschungsmanöver durch einen Gegner („spoofing“) oder auf Falschdeutungen durch den Piloten zurückgehen. Auf Seite 4 des Haupttextes weist der Bericht auf „sensor limitations“ hin, die die Identifikation von UAP erschweren. Dort findet sich auch eine bemerkenswerte Passage über negative Reaktionen aus dem Umfeld von Personen, die UAP meldeten. Der Text spricht von Stigmatisierung, Verunglimpfung und Rufschädigung („reputational risk“).

Soweit also die wichtigsten Aussagen des UAP-Berichts. Nach der Lektüre fühlten wir uns jedoch wie Goethes armer Tor: so klug als wie zuvor. Ärgerlich ist vor allem der Verzicht auf detaillierte Fallbeschreibungen. Der wissenschaftliche Vorläufer der Untersuchung, der Condon-Report von 1968, brachte ausführliche Schilderungen von geklärten wie von ungeklärten Sichtungen. Hoffen wir also, dass die geheime Ausgabe des UAP-Berichts irgendwann gelehrt wird, und vielleicht wissen die RC-Käufer und -Abonnenten, die unsere Zeilen im September 2021 lesen, etwas mehr. Die am 25. Juni publizierte Version liegt auf der Internetseite dni.gov zum Download bereit: bitte rechts oben in den „Newsroom“ und dann zu „Reports & Publications“ und zum „Preliminary



Links ein Plakat von 1957 zur deutschen Version des Films „Earth vs. the Flying Saucers“ (USA, 1956). Rechts das Buch des Amerikaners Donald E. Keyhoe erschien 1954 mit dem Titel „Der Weltraum rückt uns näher“ bei uns. Es überzeugte viele Leser von der Realität der UFOs. Fotos: Stiftung Haus der Geschichte der BRD, Ralf Bülow

Assessment: Unidentified Aerial Phenomena“ gehen. An jenem Tag meldete sich auch die NASA und verkündete, dass sie noch keine glaubhaften Indizien („credible evidence“) für außerirdisches Leben gefunden hätte. Ihr Kommentar lässt sich mit den Suchworten „NASA FAQ UAPs“ ergoogeln.

Trotz seiner Mängel sagt der UAP-Bericht des DNI immer noch mehr zum Thema, als wir es von hiesigen Behörden gewohnt sind. Ein bisschen wurde aber auch von ihnen über Fliegende Untertassen und UFOs verlautbart. Das beweist die Sammlung „Deutschlands UFO-Akten“ des Wissenschaftsjournalisten Andreas Müller, die demnächst bei der Books on Demand GmbH erhältlich ist. Der Historiker Gerhard Wiechmann untersuchte den Mythos von den deutschen Flugscheiben, die angeblich während des Zweiten Weltkriegs in der besetzten Tschechoslowakei entstanden. Sein Buch darüber erscheint wahrscheinlich im Frühjahr im Verlag Ferdinand Schöningh. Schließlich möchten wir auf das Forschungsnetzwerk Extraterrestrische Intelligenz hinweisen, das sich mit den Brüdern und Schwestern im All befasst. Es ist im Internet über etiresearch.net erreichbar.

Die ersten drei Dateien auf der nachfolgenden Web-Seite zeigen die UAP-Filme der US Navy (siehe auch Abbildung rechts): <https://www.navair.navy.mil/foia/documents> Ähnlicher Beitrag in RC-36.



Oskar Linke und seine Stieftochter Gabriele gaben an, 1950 eine gelandete Fliegende Untertasse nahe dem thüringischen Haselbach gesehen zu haben. Linke war damals Bürgermeister des Dorfs Gleimershäusen. Foto: Ralf Bülow

# „SILBERNER MERIDIAN“

EIN PREIS EUROPÄISCHER RAUMFAHRTVEREINE

## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

auch in diesem Jahr wird wieder der populäre Raumfahrtpreis „Silberner Meridian“ verliehen.

Mit diesem Preis werden jährlich Personen, Einrichtungen oder Initiativen geehrt, die sich im besonderen Maße um die Vermittlung raumfahrt-bezogenen naturwissenschaftlichen, technischen und historischen Wissens verdient gemacht haben und langjährig und engagiert die Faszination Raumfahrt insbesondere an die junge Generation vermitteln. Die Verleihungsinitiative für den Raumfahrtpreis „Silberner Meridian“ wird getragen von den europäischen Raumfahrtvereinen und engagierten Persönlichkeiten. Der Preis wird seit 2018 jährlich verliehen. Die bisherigen Preisträger sind Dr. Sigmund Jähn, der erste Deutsche im All, der Diplom-Geologe Ulrich Köhler vom DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin und das Team des orbital-Raumfahrtzentrums im FEZ Berlin.

## Die Nominierten für die diesjährige Preisverleihung sind:

**Gerd Thiele**, Leiter des Planetariums „Juri Gagarin“ Cottbus

**Dr. Matthias Knopp**, Ehem. Leiter der Abt. Raumfahrt im Deutschen Museum München

**Eugen Reichl**, Raumfahrtpublizist und Buchautor

**Prof. Dr. Dieter B. Herrmann**, Astronom, Raumfahrtpublizist und Buchautor

**Volker Schmid**, DLR Raumfahrtmanagement  
Bemannte Raumfahrt/ISS

**Raumfahrer.net**, Internet-Forum

**Harro Zimmer**, Raumfahrtpublizist und Buchautor

**Samantha Cristoforetti**, Astronautin und Buchautorin

**Chen Lan**, Raumfahrtpublizist Shanghai

**Yvonne und Ralf Heckel**, Gründer u. Leiter des Jesco-von-Puttkamer-Campus, Leipzig

**Prof. Dr. Robert Schmucker**, Raumfahrtingenieur

**Eberhard Köllner**, Kosmonaut

**Felix Schlang**, Raumfahrt-YouTuber



*Die Verleihungsinitiative möchte den „Silbernen Meridian“ zu einem wirklichen Publikumspreis machen. Aus diesem Grund werden die Öffentlichkeit und insbesondere Sie, liebe Leserinnen und Leser, nicht nur in die Nominierung, sondern in diesem Jahr erstmalig auch in die Wahl des Preisträgers einbezogen. Dazu finden Sie unter [www.raumfahrt-concret.de](http://www.raumfahrt-concret.de) die o.g. Liste der Nominierten, denen Sie digital Ihre Stimme geben können. Ihr Votum fließt dann abgestuft gewichtet in die Wahl ein.*

**MACHEN SIE MIT! WÄHLEN SIE DEN PREISTRÄGER DES „SILBERNEN MERIDIAN 2021“!**

## Die Mitglieder der Verleihungsinitiative



Industrie- & Außenwerbung GmbH  
Werbetechnische Problemlösungen...

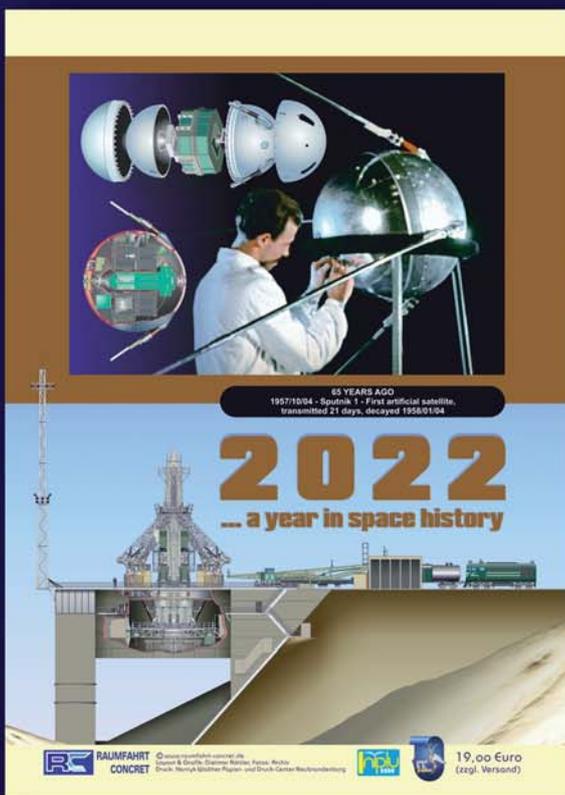
**SOWIE DIE PRIVATEN FÖRDERER:**  
**Dr. Christoph Kaspari**, Viersen (NRW)  
**Ulrich Köhler**, Berlin  
**Tasillo Römisch**, Mittweida (SN)  
**Bernd Ruttman**, Berlin



## Höhenforschungsraketen der Sowjetunion **GRAFIK-SET**

Zu allen drei Teilen (RC 114 bis 117) bieten wir darin enthaltene Grafiken und Fotos als Grafik-Set (Format A4, 16 Seiten, 250 g, Offsetdruck) in einem größeren Format an. Die Lose-Blatt-Sammlung umfasst 8 2-seitig bedruckte Seiten.

Preis 10,00 € (zzgl. Versand).



## RAUMFAHRT-KALENDER 2022

Ausgewählte Monatsereignisse mit Grafiken von Dietmar Röttler

Format: A2, Englisch mit deutschem Anhang

Preis: 19,00 € (zzgl. Versand)



Detailansicht siehe hier:

<https://www.raumfahrt-concret.de/RC-plus/>



## SONDEREDITIONEN

### 50 Jahre X-3 PROSPERO

zum Start des britischen Satelliten X-3 Prospero auf der eigenen Black Arrow-Rakete (Format A4, 20 Seiten)

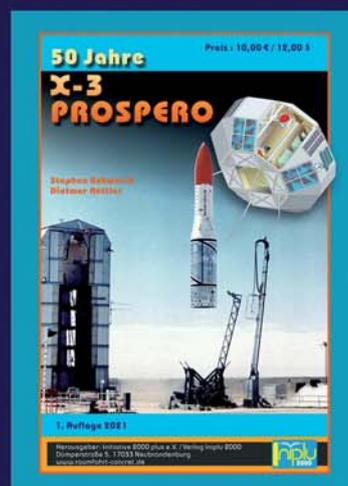
10,00 € / 12,00 \$ (zzgl. Versand)

Hefte mit historischen Fotodokumenten und detaillierten Grafiken von Dietmar Röttler

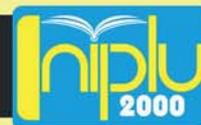
### SALJUT 1

zum Start von Saljut 1 mit dem detaillierten Funkverkehr der tragisch endenden Sojus 11-Mission (Format A4, 48 Seiten)

15,00 € / 18,00 \$ (zzgl. Versand)



Herausgeber: Initiative 2000 plus e.V. / Verlag Iniplu 2000  
Dümperstraße 5, 17033 Neubrandenburg  
[www.raumfahrt-concret.de](http://www.raumfahrt-concret.de)



Bestellungen an: [rcspace@t-online.de](mailto:rcspace@t-online.de) oder über unseren Shop auf [www.raumfahrt-concret.de](http://www.raumfahrt-concret.de)

# 50 Jahre Jugendarbeitsgruppe KOSMOS der Astronautischen Gesellschaft der DDR (1)



Von Bernd Ruttmann



Gründungs- und Leitungsmitglieder bei ihrem Treffen 1971.



Mitglieder der ehemaligen JAGK begehen als Teilnehmer der 30. Tage der Raumfahrt ihr Jahrestreffen 2014 in Neubrandenburg. Fotos: Archiv JAGK

Der 17. Juli 2021 in Leipzig, ein Sommertag wie jeder andere? Nicht ganz, denn nach 50 Jahren trafen sich Leitungsmitglieder und Aktivisten der damaligen Jugendarbeitsgruppe KOSMOS (JAGK) am historischen Ort ihrer Gründung.

## Wie alles begann

Auch zum Jubiläum führte Bernhard Priesemuth, Diplomchemiker aus Brehna bei Halle/Saale, die Gruppe der rastlosen Raumfahrt-Enthusiasten an. Er war schon als Student in der DDR der damaligen Deutschen Astronautischen Gesellschaft (DAG) beigetreten. Sein außergewöhnliches Engagement fiel auf und er wurde in das Präsidium gewählt. Die DAG hatte am Ende der 1960er Jahre bereits einige studentische Mitglieder in ihren Reihen. Priesemuth schwebte schon 1969, im Jahr der legendären bemannten Mondlandung durch Apollo 11, die Gründung einer Jugendsektion innerhalb der ostdeutschen Raumfahrtgesellschaft vor. Dafür begeisterte er andere, meist junge und junggebliebene DAGler, fand aber nicht die entscheidende Unterstützung in den Führungsgremien. Zwischenzeitlich konsolidierte sich die noch inoffizielle Gemeinschaft der künftigen Gründungsmitglieder. Man

wartete auf bessere Zeiten und die damit verbundene Gelegenheit.

Diese kam dann 1971 und man war bestens vorbereitet. Die Internationale Astronautische Föderation (IAF), ein weltweiter Zusammenschluss nicht-staatlicher Raumfahrtorganisationen, in der die DAG seit 1960 organisiert war, motivierte ihre Mitglieder zur Gründung von Jugendabteilungen, falls noch nicht geschehen. Diese sollten dann wiederum in der Studentenkonferenz der IAF mitarbeiten.

Die ostdeutschen Funktionäre wollten oder konnten sich dieser Aufforderung zur Nachwuchsförderung, angesichts der aufkommenden Entspannung in den internationalen Beziehungen, nicht (mehr) entziehen. Damit war der Weg für die Gründungsveranstaltung in Leipzig frei und auch der für eine überregionale organisierte Vereinstätigkeit Jugendlicher auf dem Gebiet der Weltraumforschung und Raumfahrt. Das Reglement der JAGK hielt die Mitgliedschaft für ein breites Spektrum von Interessenten offen. Mitwirken konnten Schüler, Berufsschüler, junge Facharbeiter, Techniker, Studenten und Nachwuchswissenschaftler. Den Skeptikern aus der Altherrenriege wurde mit der Unterscheidung in Kandidaten und Mitglieder begegnet. Die Vollmitgliedschaft bedurfte der Bürgschaft durch zwei JAGK-Mitglieder. Diese Verfah-

rensweise entsprach den Bedingungen einer Aufnahme in die DAG.

Die unterschiedlichen Interessen und Voraussetzungen der zahlreich in die JAGK strömenden Jugendlichen mussten zweckmäßigerweise kanalisiert werden. Das geschah durch die Aufstellung der Fachbereiche (FB) zu den

Themenschwerpunkten

- Wissenschaftliche Themen
- Information und Dokumentation
- Raketenmodellbau
- Astronautische Arbeitsgemeinschaften an Schulen.

Die FB-Leiter rekrutierten sich aus dem inzwischen gefestigten Raumfahrt-Freundeskreis Bernhard Priesemuths. Sie waren Mitglieder der DAG und wurden in deren Präsidium kooptiert. Damit hatte sich die Leitung der JAGK konstituiert und gleichzeitig ihre Stellung innerhalb der Muttergesellschaft gestärkt.

## Der Anfang vom Ende

Wie RC bereits in der Ausgabe 74/75 (Heft 4/5 2012) berichtete, waren es das ungebremste Interesse und die Leistungsbereitschaft der JAGK-Mitglieder, die das Misstrauen und den Unwillen einiger etablierter Präsidiumsmitglieder sowie von Funktionären in der übergeordneten Akademie

der Wissenschaften (AdW) erregten. Während der Präsident der DAG, Prof. Dr. Johannes Hoppe, ein international anerkannter bürgerlicher Astronom, und der Wissenschaftliche Sekretär, Herbert Pfaffe, sozusagen die Schirmherren der JAGK waren und erste Störversuche und frühe Feindseligkeiten der staatlichen und Parteiorgane beschwichtigen konnten, wurden sie im Laufe der Zeit in ihren Positionen geschwächt und später entmachtet. Denn alsbald kam der Staatssicherheitsdienst ins Spiel. Was war geschehen? Die JAGK verfolgte eine offensive Informationspolitik, auch gegenüber einer breiten Öffentlichkeit. Ihre Mitglieder besuchten nicht nur die anspruchsvollen und erlebnisreichen Fachtagungen der Jugendgruppe, die regelmäßig in den Bezirken der DDR stattfanden. Sie entwickelten auch vielfältige Initiativen in ihren Heimatorten und -regionen, indem sie Veranstaltungen an Schulen, Sternwarten und Planetarien mit eigenen Beiträgen bereicherten oder sogar selbst organisierten.

Die jungen Leute brachten regelmäßig ihre JAGK-Publikation „Kosmos-Kurier“ heraus. Sie rundeten damit das anspruchsvolle Informationsangebot ab und übertrumpften die Öffentlichkeitsarbeit der DAG in Qualität und Quantität. Den Ereignissen jener Zeit entsprechend wurde auch offen und ausführlich über das US-amerikanische Mondflugprogramm „Apollo“ berichtet. Über die Leitung der JAGK und durch den Austausch innerhalb der Mitgliedschaft standen neueste Informationsmittel, wie z.B. Diaserien und Dokumentarfilme, zur Verfügung. Viele Bücher, Zeitschriften, Bilder und Prospekte, die die Informationsbasis darstellten, stammten aus westlichen Quellen. Es blieb nicht nur bei Geschenken, die die eine oder andere Oma „auftragsgemäß“ dem Enkel von ihrer BRD-Reise, an den Zollkontrollen vorbei, mitbrachte. Bernhard Priesemuth und seine engsten Vertrauten beschafften auch Material aus den Botschaften der USA in Ostberlin, Prag und Warschau sowie von Forschungseinrichtungen und Raumfahrtgesellschaften in Westeuropa.

Die jugendlichen Raumfahrtfreude wiederum gaben arglos ihr Wissen weiter.



Eine der letzten öffentlichkeitswirksamen Aktionen vor der Auflösung: Die JAGK gibt am 15. September 1975, gemeinsam mit dem Philatelistenverband, eine Ganzsache anlässlich des Raumfluges Sojus-Apollo-Test-Projekt heraus. Foto: Sammlung Ruttmann

Sie begeisterten damit nicht nur ihre Zuhörer, sie weckten die misstrauische Aufmerksamkeit der Staatspartei SED und damit auch die des allgegenwärtigen Ministeriums für Staatssicherheit (MfS). „Ordnung und Sicherheit“ waren angeblich in Gefahr. Sogar Studienreisen in andere osteuropäische Länder riefen den Argwohn der Obrigkeit hervor und wurden administrativ behindert. Rivalitäten, allgemeines Poststreben und das Misstrauen unter den „Reisekadern“ (privilegierte Leiter und Mitarbeiter für regelmäßige Auslandsreisen) innerhalb des Präsidiums der DAG verstärkten die Fliehkräfte, die die JAGK zerstörten.

### Verbot und die Folgen

Das Verbot und die Auflösung auf Betreiben des MfS kamen im Oktober 1975. Rettungsversuche der JAGK-Leitung und liberal eingestellter DAG-Präsidiumsmitglieder durch eine Umstrukturierung der Jugendgruppe und der Vorschlag zur Vereinigung des Fachbereichs Information/Dokumentation mit dem der Muttergesellschaft kamen zu spät.

Die Liquidierung der Organisation der jugendlichen Raumfahrtexperten in der DDR blieb auch Beobachtern im Westen nicht verborgen. Plötzlich hatte die Studentenkonferenz der IAF keine

ebenbürtigen Ansprechpartner in der DAG mehr. Diese Peinlichkeit mussten insbesondere die Präsidiumsmitglieder und AdW-Vertreter aushalten, die an Tagungen mit internationaler Beteiligung teilnahmen.

Bestrebungen zur Gründung einer Studentenkommission in der DDR-Raumfahrtgesellschaft blieben halberzig und sollten lediglich der Form genügen, um die Irritationen in der IAF-Zentrale zu zerstreuen. Wie so oft ging es nicht um konstruktive Jugendarbeit und Nachwuchsförderung für die Wissenschaft. Man wollte nur „so tun als ob“, um nicht „aufzufallen“ und rufschädigende Kritik an der DDR und ihren Institutionen abzuwenden.

Der harte Kern der ehemaligen Mitglieder verlor sich nicht aus den Augen. Es gab dann noch eine spannende Zeit nach dem Verbot, über die in der folgenden RC-Ausgabe zu berichten sein wird. Seit einigen Jahren beteiligt sich die „Senioren-JAGK“ regelmäßig an den „Tagen der Raumfahrt“ in Neubrandenburg und begeht diese bundesweit wie auch international gut besuchten Veranstaltungen gleichzeitig als ihre Jahrestreffen.

# Aus dem Startkalender 2021

Start	Land	Trägerrakete	Hersteller	Nutzlast	Auftraggeber	Mission	Startort
24.08.	CHN	CZ-3B	CALT	TJS 7	PLA	Aufklärung/Frühwarn	Xichang
27.08.	USA	Rocket 3.3	Astra Space	STP-27AD1	USSF/STP	Breitbandkomm.	PSC Alaska
28.08.	USA	Falcon 9	SpaceX	Dragon CRS-23	NASA	ISS-Versorgung	Cape Canaveral
Aug.	ROU	EcoRocket	ARCAspace	Mision 10A	ARCAspace	Orbitaler Testflug	Schwarzes Meer
Aug.	NZL	Electron	Rocket Lab	BlackSky 10&11	Black Sky/DoD	Aufklärung	Mahia
06.09.	CHN	CZ-4C	CALT	Gaofen 5-02	CNSA	Erdbeobachtung	Taiyuan
Sept.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	STP-3 (STPSat-6, u.a.)	US Space Force	Technologieerprobung	Cape Canaveral
15.09.	USA	Falcon 9	SpaceX	Inspiration4	Private Initiative	bem. Orbitalflug	Cape Canaveral
16.09.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	Landsat 9	NASA/USA GS	Erdbeobachtung	Vandenberg
20.09.	CHN	CZ-7	CALT	Tianzhou 3	CMSA	Versorgungsraumschiff	Wenchang
Sept.	CHN	CZ-4C	CALT	Gaofen 3-02	CNSA	Erdbeobachtung	Jiuquan
Sept.	ESA	Ariane 5	ArianeGroup	SES 17/Syracuse 4A	SES/Armée française	Kommunikation	Kourou
Sept.	NZL	Electron	Rocket Lab	BlackSky 12&13	Black Sky/DoD	Aufklärung	Mahia
Sept.	NZL	Electron	Rocket Lab	BlackSky 14&15	Black Sky/DoD	Aufklärung	Mahia
01.10.	JPN	Epsilon	IHI	RAISE 2	JAEA	Technologie-Demo.	Uchinoura SC
05.10.	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Sojus MS-19	Roskosmos	ISS-Flug/Filmteam	Baikonur
16.10.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	Lucy	SWRI	Asteroiden-Mission	Cape Canaveral
20.10.	NZL	Electron	Rocket Lab	CAPSTONE Lunar Photon	Advanced Space/ NASA	Cube-Sat für den Test des LOP-Gateway Orbit	Mahia
Okt.	USA	Falcon Heavy	SpaceX	USSF 44	US Space Force	TETRA 1/ ? (2 x GEO)	Cape Canaveral
Okt.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	CST-100 Starliner TF2	NASA	unbem. Testflug ISS	Cape Canaveral
Okt.	CHN	CZ-4C	CALT	Gaofen 3-03	CNSA	Erdbeobachtung	Jiuquan
Okt.	CHN	CZ-2F	CALT	Shenzhou 13	CMSA	bemannte CSS-Mission	Jiuquan
Okt.	ESA	VEGA	ArianeGroup	CERES (3x)	Armée française	Funkaufklärung	Kourou
Okt.	KOR	Nuri	KARI	Massesimulator	KARI	Testflug	Naro/Goheung
Okt.	JPN	H-2A	MHI	QZS 1R	JAXA	Navigation	Tanegashima
28.10.	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Progress MS-18	Roskosmos	ISS-Versorgung	Baikonur
31.10.	USA	Falcon 9	SpaceX	SpaceX Crew-3	NASA	ISS-Expedition	Cape Canaveral
04.11.	USA	SLS	NASA	Artemis 1	NASA	unbem. Testflug Mond	Cape Canaveral
08.11.	RUS	Proton M	Chunichev	Ekspress-AMU3&7	RSCC	Kommunikation	Baikonur
17.11.	USA	Falcon 9	SpaceX	IXPE	NASA	Röntgenastronomie	Cape Canaveral
24.11.	USA	Falcon 9	SpaceX	DART	NASA	Asteroidenabwehr	Vandenberg
24.11.	RUS	Sojus 2.1b	RKZ Progress	Progress MS-UM	Roskosmos	ISS-Knoten Prichal	Baikonur
Nov.	USA	Atlas 5	Lockheed Martin	USSF 8 (GSSAP 5/6)	US Space Force	Überwachung GEO	Cape Canaveral
Nov.	ESA	Sojus ST-B	RKZ Progress	Galileo 27/28	EU/EUSPA	Navigation	Kourou
Nov.	ESA	Ariane 5	ArianeGroup	JWST	NASA/ESA/CSA	Space Telescope	Baikonur
30.11.	RUS	Sojus 2.1b	RKZ Progress	Meteor M 2-3	Roskosmos	Wetterbeobachtung	Wostotschny
04.12.	USA	Falcon 9	SpaceX	Dragon CRS-24	NASA	ISS-Versorgung	Cape Canaveral
08.12.	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Sojus MS-20	Roskosmos	Touristenflug ISS	Baikonur
Dez.	CHN	Jielong 1	CALT	Yizheng 2/3	CAS	Erdbeobachtung	Jiuquan
Dez.	USA	Falcon 9	SpaceX	Transporter 3	div. AG	SSO Rideshare	Cape Canaveral
4. Qu.	IND	SSLV	ISRO	2 Testsatelliten	ISRO	Demo 1	Sriharikota
4. Qu.	IND	SSLV	ISRO	BlackSky Global 5-8	BlackSky Global	Erdbeobachtung	Sriharikota
4. Qu.	USA	Falcon 9	SpaceX	Turksat 5B	Turksat	Kommunikation	Cape Canaveral
4. Qu.	IND	PSLV	ISRO	EOS-04 (Risat-1A)	ISRO	Erdbeobachtung	Sriharikota
4. Qu.	RUS	Sojus 2.1b	RKZ Progress	Luna-Glob (Luna 25)	Roskosmos	Mondlander	Wostotschny

Hier nicht mehr einzeln aufgeführt: SpaceX plant weiterhin 2 Starts pro Monat mit Falcon 9 für das eigene Starlink-System. Startaufträge Dritter werden jedoch, insbesondere bei Startverzögerungen und -verschiebungen, vorrangig realisiert. Ebenfalls nicht mehr aufgeführt: OneWeb-Starts, lt. Plan 1x im Monat für OneWeb Ltd., mit Sojus 2.1b (Baikonur, Wostotschny) bzw. Sojus-ST-B (Kourou).

Zusammenstellung: Bernd Ruttman  
Berichtsstand: 31.08.2021



# WIR: Der Mittelstand

in Raumfahrt Concret

**BEST OF SPACE**  
Die Kraft aus der Mitte.

**NewSpace**

**HPS**

High Performance Space  
Structure Systems GmbH



**mynaric**

**DSI**  
Aerospace Technology

**INVENT**

**Astos  
Solutions**

**BHO  
LEGAL**

**CRN**

**BSSE**  
BSSE System and Software Engineering

**E.I.S. ELECTRONICS GMBH**  
Aviation & Space Technology



**KRP**  
Mechatec

**SPACE  
STRUCTURES**

**LSS**  
Large Space Structures

**spaceopal**  
a DLR GfR and Telespazio company

**ZARM  
Technik**



Willst du dabei  
gewesen sein,

wenn wir mit Weitsicht globale  
Gefahren verhindert haben?

[www.ohb.de/karriere](http://www.ohb.de/karriere)

