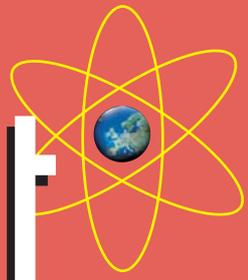


# Raumfahrt Concret



DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA

126 1/2023

Euro 6,00 | US\$ 7,50

Innovation aus der Raumfahrt:

## Die Nase, die Krankheiten riecht!



**TECHNOLOGIE**  
Indien mischt mit

**THEMA**  
Weltraumjustiz

**HISTORIE**  
Schwungräder

**JUGEND**  
Sinus Kunst



# Raumfahrt in der Zukunft

Wie werden wir zu den Sternen fliegen?

## Der Geschichtenwettbewerb 2023

im Rahmen der Nordischen Wochen der Raumfahrt und Weltraumforschung

<b>Start:</b>	<b>01. 03. 2023</b>
<b>Einsendeschluss:</b>	<b>01. 08. 2023 an: <a href="mailto:Raumfahrt_022@gmx.de">Raumfahrt_022@gmx.de</a></b>
<b>Umfang:</b>	<b>max. 15.000 Zeichen</b>
<b>Auswahl:</b>	<b>Durch eine Jury unter Ausschluss des Rechtsweges</b>
<b>Prämierung:</b>	<b>16.11. ab 19 Uhr in der Rostocker Zentralbibliothek</b>

Organisiert wird der Wettbewerb von Reinhold Gläsel, seit 14 Jahren Juror bei den Literatur-Wettbewerben des Raumfahrtvereins VFR e.V.

# Trotz Alledem

(sg) Die europäischen Länder investieren weiter in die Raumfahrt und Weltraumforschung, obwohl enorme finanzielle Mittel zur Unterstützung der Ukraine benötigt werden. Mit Spannung wird im April der voraussichtliche Start der Jupitersonde „Juice“ erwartet. Sie soll u.a. die Eismonde Ganymed, Europa und Kallisto als mögliche Lebensräume identifizieren. Auch möchte man dieses Jahr endlich den Erstflug der Ariane 6 feiern. Neben dem Erdbeobachtungssatelliten „Sentinel-1C“ gibt es Futter für Astrophysiker. Denn „Euclid“ soll eine 3D-Karte des Universums erstellen. Gegenüber anderen Nationen wirken die europäischen Aktivitäten allerdings bescheiden. Wieder einmal will SpaceX Pionierleistungen vollbringen. 2023 soll der erste von drei geplanten Flügen mit dem US-Milliardär Jared Isaacman starten (Mission „Polaris Dawn“). Mit der Dragon-Kapsel wollen sie höher als je zuvor fliegen. Erstmals soll dann auch ein Tourist in den Weltraum aussteigen.

Japan konzentriert sich intensiv auf den Mond. Der Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) ist startbereit. Im Rahmen des Artemis-Programms soll schnellstmöglich ein Japaner den Mond betreten. Auch Indien setzt in diesem Jahr auf interplanetare Raumfahrt: „Aditya-L1“ zur Sonne sowie die Mondsonde Chandrayaan-3 sind geplant. Ebenso tut sich bei den Ölstaaten viel. Die Saudis wollen 2023 erstmals eine Frau in den Weltraum schicken. Die Vereinigten Arabischen Emirate möchten über zehn Jahre mehr als 800 Millionen Euro in die private Raumfahrt investieren.

Deutschland hat entgegen aller Befürchtungen kräftig bei der ESA-Ministerratskonferenz im vergangenen Jahr gezeichnet (siehe auch RC-124/125).

Und auch sonst ist man auf gutem Weg.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) übermittelte uns untenstehende Zahlen mit folgenden Erläuterungen:

„ESA: In den Jahren 2018 - 2024 ist in der Planung ein Mittelaufwuchs für die Fortführung der ISS vorgesehen. Für die Jahre 2021 und 2022 erfolgte eine temporäre Erhöhung des ESA-Titels zur Deckung der auf der ESA-Ministerratskonferenz 2019 gezeichneten Programme im Bereich der Raumtransportsysteme (Trägerraketen) und die aktuellen Erhöhungen bei der mittelfristigen

Finanzplanung ermöglichten umfangreiche Programmzeichnungen auf der ESA-Ministerratskonferenz im November 2022 in Paris, bei der Deutschland als führender ESA-Mitgliedstaat den Raumfahrtsektor und die ESA gestärkt hat.

**Nationales Programm:** Die Veränderungen im Nationalen Programm für Weltraum und Innovation sind durch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen des Parlamentes begründet. In den Jahren 2019-2021 sind insbesondere Mittel für Künstliche Intelligenz und Quantentechnologie, in den Jahren 2022 und 2023 für eine Kleinsatellitenstrategie hinzugekommen.

**DLR FuT:** Wegen der Teilhabe des DLR am zwischen Bund und Ländern vereinbarten Pakt für Forschung und Innovation, der Gründung mehrerer neuer Raumfahrtforschungsinstitute im DLR (u.a. im Bereich Quantentechnologien) und der Zuwendung von Mitteln zur Verhinderung des coronabedingten Abbruchs industriebezogener Forschungsprojekte, war im Raumfahrtforschungsbudget des DLR zwischen 2019 und 2021 ein signifikanter Aufwuchs zu verzeichnen. Wesentlich aufgrund des Auslaufens von Einmaleffekten der Hilfen zur Verhinderung des coronabedingten Abbruchs industriebezogener Forschungsprojekte, fiel das Budget in 2022 auf einen Normalwert zurück. Die leichten Aufwüchse für 2023 und 2024 ergeben sich hauptsächlich aus der Teilhabe des DLR am Pakt für Forschung und Innovation. Das DLR betreibt seine Raumfahrtforschung innerhalb der einschlägigen wissenschaftsadäquaten Steuerungen (Vertretung BMWK u.a. in DLR-Aufsichtsrat und -Senat, Instrumente der sog. programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft & Vertretung des BMWK in den entsprechenden Gremien) und nach Maßgabe der einschlägigen haushalts-, zuwendungs- und allgemeinrechtlichen Vorgaben frei. Die DLR-Raumfahrtforschung strukturiert sich in sieben Forschungsprogramme: Erdbeobachtung, Kommunikation-Navigation-Quantentechnologien, Erforschung des Weltraums, Forschung unter Weltraumbedingungen, Robotik, Technik für Raumfahrtsysteme, Raumtransport.

**BMDV:** Grundsätzlich wird die Höhe der Beiträge stark von dem aktuellen Stand der Entwicklung und dem Bau der Satelliten des Copernicus-Programms und der meteorologischen Missionen beeinflusst. So führten Programmverzögerungen oder Starts von Satelliten zu deutlichen Schwankungen in den Jahresbeiträgen.“

Haushaltsmittel für die zivile Raumfahrt

Mio. €	Ist												Soll				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
ESA BMWi/BMWK	613	616	636	645	634	724	791	755	852	857	855	920	915	885	925	955	925
Nationales Programm	222	237	212	263	272	260	260	274	285	285	268	316	380	340	314	292	292
IABG RTZ-Erweiterung											1	6	14	18	20	22	24
DLR FuT	154	156	168	176	185	191	197	212	210	275	301	344	299	305	311	317	323
<b>Gesamt BMWi/BMWK</b>	<b>988</b>	<b>1.009</b>	<b>1.016</b>	<b>1.084</b>	<b>1.091</b>	<b>1.175</b>	<b>1.248</b>	<b>1.242</b>	<b>1.347</b>	<b>1.417</b>	<b>1.425</b>	<b>1.586</b>	<b>1.608</b>	<b>1.548</b>	<b>1.570</b>	<b>1.585</b>	<b>1.564</b>
<b>Gesamt BMV/BMDV</b>	<b>96</b>	<b>137</b>	<b>178</b>	<b>184</b>	<b>228</b>	<b>244</b>	<b>203</b>	<b>253</b>	<b>245</b>	<b>232</b>	<b>262</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>306</b>	<b>290</b>	<b>272</b>	<b>261</b>
GRACE FO BMBF						6	13	9	5	0							
<b>Gesamt Bund</b>	<b>1.084</b>	<b>1.146</b>	<b>1.194</b>	<b>1.268</b>	<b>1.319</b>	<b>1.425</b>	<b>1.464</b>	<b>1.503</b>	<b>1.597</b>	<b>1.650</b>	<b>1.687</b>	<b>1.811</b>	<b>1.833</b>	<b>1.854</b>	<b>1.860</b>	<b>1.857</b>	<b>1.824</b>

Stand: 08/2022  
ggf. Abweichung durch Rundung.

DLR FuT: inkl. BMVg und Länderanteil (mit ca. 10%), 2009 ohne Konjunkturpaket I.  
MPG und DFG: nicht aufgeführt. Ansatz ca.180 Mio. € pro Jahr (Stand: 2020).  
GRACE FO: BMWi-Anteil in den Jahren 2013 bis 2016 im Nationalen Programm verrechnet.  
MiFiRi Kabinettsbeschluss vom 01.07.2022

**Hinweis:** Das Haushaltsgesetz 2022 wurde vom Bundestag am 19.06.2022 beschlossen. Die Zahlen für die mittelfristige Finanzplanung 2023 - 2026 stellen eine unverbindliche interne Planung der Bundesregierung dar, die jederzeit noch Änderungen durch die Bundesregierung und / oder das Parlament unterliegen können.

# Die Nase, die Krankheiten riecht



Prof. Dr. Alexander Choukér Privatdozent Dr. Tobias Wöhrle

Wenn nach dem Nutzen der Raumfahrt gefragt wird, werden oft Legenden erzählt. Beispielsweise als die NASA die Teflonpfanne als eine Innovation aus der Raumfahrt anpries, wusste sie nicht, dass es Teflon schon gab – dokumentiert in einem Patent aus dem Jahr 1938. Doch das schmälert nicht die Bedeutung der Raumfahrt für irdische Belange. Am häufigsten profitierten bisher die Nachrichtentechnik und der Maschinenbau von Raumfahrt-Entwicklungen: Satellitenfernsehen, Navigationssysteme, Roboter und zahlreiche optische Geräte. Aber auch im Bereich der Medizin existieren viele Spin-offs, wie z.B. die Wirkstoff- und Werkstoffforschung, der 3D-Druck von menschlichen Zellen oder die Exoskelettsteuerung mittels KI.

Jetzt könnte eine Innovation aus der Raumfahrt für einen revolutionären Durchbruch in der medizinischen Diagnostik sorgen.

Alles begann am 19. Dezember 2012 mit der Mission Sojus TMA-07M oder ISS AF-33S. An diesem Tag wurde die sog. E-Nose, eine elektronische Nase, die vom DLR finanziert und von der Schweriner Firma AIRSENSE Analytics GmbH gebaut und Airbus zur Verwendung im All modifiziert wurde, zur Internationalen Raumstation transportiert.

Mit diesem Gerät prüften später verschiedene Astronauten die mikrobiologischen Belastungen, die von Bakterien- und Pilzkulturen ausgehen (siehe auch RC-114/115).

Denn bei allen Raumstationen erwie-

sen sich derartige Biofilme als großes Problem. Bei der russischen MIR war dies sogar mit ein Grund, dass man die Station 2001 aufgab.

Später haben Astronauten neben Bakterien- und Pilzkulturen, die lediglich der Kalibrierung dienen, auch Oberflächen auf der ISS untersucht. Damit wurde festgestellt, dass diese durch einen Film von Mikroorganismen bevölkert sind.

Die E-Nose bewährte sich im All. Mediziner auf der Erde gewannen wertvolle Erkenntnisse. Doch nun setzt die E-Nose zu einem ersten Karrieresprung in der Medizin an. Darüber sprachen wir mit Prof. Dr. Alexander Choukér und Privatdozent Dr. Tobias Wöhrle vom Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU Klinikum).

**RC:** *Die E-Nose kam 2013 erstmals auf der ISS zum Einsatz. Was wurde dort gemessen, und welches waren die grundlegenden Erkenntnisse daraus?*

**Prof. Dr. Alexander Choukér:** Ziel der Untersuchungen war es damals, die Keimbelastung auf Oberflächen innerhalb der Raumstation zu ermitteln. Zunächst wurden standardisierte Proben von Bakterien vermessen, und im Weiteren dann Proben von Flächen und von den verschiedenen

verwinkelten Bereichen der Station. Die gewonnenen Ergebnisse waren sehr interessant, denn es war klar zu sehen, wie die E-Nose die unterschiedlichen Keime der Raumstation differenzieren konnte.

Diese Resultate deckten sich damit, was zuvor von unserer Arbeitsgruppe mit anderen Verfahren auf der Erde gemessen wurde. Herr Privatdozent Dr. Michael Dolch konnte zeigen, dass Keime einen „eigenen Geruch“ haben, der durch ihren jeweiligen Stoffwechsel bestimmt wird. Durch Freisetzung ihrer Stoffwechselprodukte in die direkte Umgebungsluft können diese durch verschiedene Analyseverfahren „gerochen“ und den jeweiligen Keimen charakteristische Muster zugeordnet werden, ähnlich einem Barcode beim Einkauf. Diese Mustererkennung machte sich auch die E-Nose auf der ISS zu eigen, um dort die Keime zu erkennen und zu unterscheiden.

**RC:** *Nun arbeiten Sie daran, diese Erkenntnisse in ein diagnostisches Verfahren umzusetzen, das verschiedene Krankheiten quasi am Geruch erkennt? Können Sie das bitte erläutern?*

**Prof. Dr. Alexander Choukér:** Dass durch Blutuntersuchungen verschiedene Informationen über den Zustand des



Florian Pfeiffer demonstriert an der LMU München die Anwendung der elektronischen Nase. Der Proband atmet für 5-10 Minuten unter kontinuierlichem Sauerstofffluss über die Maske. Die Sensoren des Breath Samplers erkennen den Atemzyklus und können so Luft aus oberem und unterem Atemweg getrennt sammeln. Die ausgeatmete Luft wird mittels Pumpen auf Sorptionsröhrchen geladen und so transport- und lagerungsfähig gemacht.



Die Sorptionsröhrchen werden in die EDU geladen und dort erhitzt. Dabei lösen sich die Moleküle vom Sorptionsmaterial und können so auf einer Trap angereichert werden. Nach zwei Minuten wird die Trap über eine Transferline in die E-Nose entleert, wo die Moleküle auf das Sensorarray aus 10 Metalloxid-Halbleitern treffen. Die dadurch induzierten Änderungen der Leitfähigkeit werden mit einem Tablet aufgezeichnet und gespeichert. Fotos: LMU

Körpers gewonnen werden können, beispielsweise, ob eine Entzündung im Körper vorliegt, ist vielen bekannt. Ein solcher Befund führt dann zu weiteren Untersuchungen, um die zugrundeliegende Ursache zu finden. Im Blut werden unter anderem Konzentrationen von Stoffen gemessen, die durch Zellen an das Blut abgegeben werden. Einige davon können durch die Lunge abgeatmet werden, ähnlich wie beispielsweise auch CO<sub>2</sub>. Hierauf beruht das Prinzip der Atemgasanalyse. Sogenannte volatile organische und nichtorganische Komponenten (VOC), die durch Stoffwechselprozesse im Körper gebildet werden, können in der Ausatemluft nachgewiesen werden. Krankheiten können diese Zusammensetzung ändern. Unser Ziel ist es, diese Änderungen zu erforschen und schließlich

darüber ähnlich wie bei Blutuntersuchungen Hinweise auf Krankheiten zu bekommen. Ein weiterer Aspekt hierbei ist, dass der Patient nur in ein Gerät ausatmen muss, und das Ergebnis innerhalb von Minuten vorliegt. Das erspart die für einige Patienten unangenehm empfundene Venenpunktion sowie die Wartezeit auf das Ergebnis.

**RC:** *Das erinnert an die Meldungen, dass beispielsweise Hunde Corona-Viren erschnüffeln können. Gibt es da funktionale Zusammenhänge zu der elektronischen Nase?*

**Dr. Tobias Wöhrle:** Das Grundprinzip könnte in der Tat dasselbe sein, jedoch ist die Datenlage zum Beispiel bei Diabetikerwarnhunden kontrovers diskutiert. Es ist bei Hunden nicht abschließend geklärt, ob sie eine Ver-

änderung der durch den Menschen freigesetzten Moleküle erkennen können, beispielsweise durch zu niedrigen oder zu hohen Blutzucker-gehalt, oder auf eine Veränderung der Sauerstoffkonzentration des Patienten reagieren. Ähnliches gilt für Hunde, die Infektionen mit SARS-CoV-2 detektieren können, wobei es hierzu weitaus weniger Daten gibt.

Funktionell ist die Methode der E-Nose jedoch unterschiedlich. Das Gerät ist mit mehreren Metalloxid-Halbleitersensoren ausgestattet. Die VOC binden an diese Sensoren und verändern deren Leitfähigkeit. Hierdurch wird ein Muster generiert, welches dann durch Analysealgorithmen von Künstlicher Intelligenz der jeweiligen Verdachtsdiagnose zugeordnet wird. Wie nach Blutanalysen auch, wird die Atemgasanalyse höchstwahrscheinlich nicht in jedem Fall zu einer endgültigen Diagnose führen, sondern bei der Entscheidung für die weitere Diagnostik eine große Hilfe sein.

**RC:** *Apropos Corona: Kann Ihr Gerät auch zur Diagnostik von Covid eingesetzt werden?*

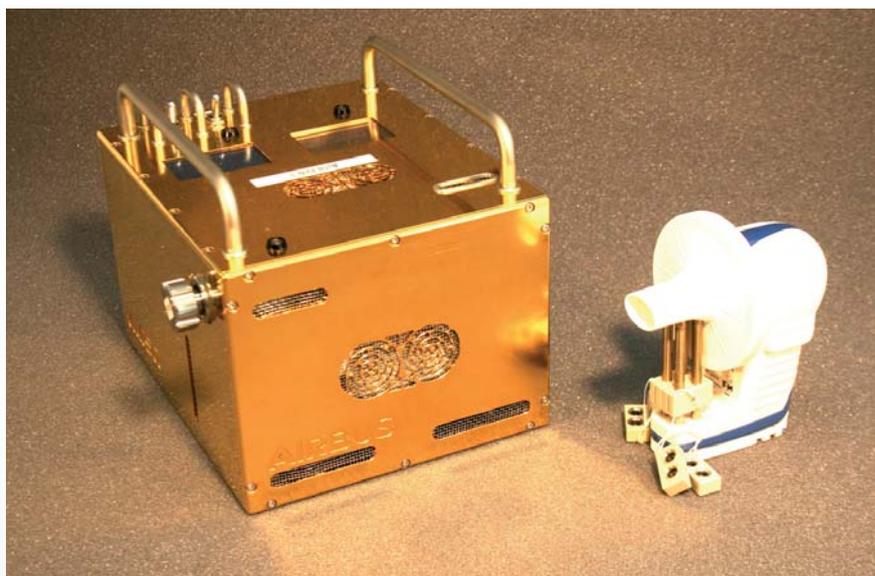
**Dr. Tobias Wöhrle:** Dies wäre natürlich wünschenswert, und es gibt Daten, die bei Patienten mit COVID-19 durch die E-Nose erhoben wurden. Hier scheint möglich zu sein, Erkrankte von Gesunden zu unterscheiden. Jedoch gilt es hier zu beachten: eine Infektion mit SARS-CoV-2 zu diagnostizieren bedeutet, dass man diese auch von Infektionen mit anderen Erregern, z.B. Influenzaviren oder bakteriellen Erregern, abgrenzen können muss. Da in der Hochphase der Pandemie aufgrund der Hygienemaßnahmen andere, nicht durch SARS-CoV-2 verursachte Lungenentzündungen kaum aufgetreten sind, konnten solche eigentlich notwendigen Vergleichsgruppen nicht herangezogen werden. Daher wird in den meisten Studien die Abgrenzung von SARS-CoV-2 Patienten zu Gesunden erforscht. Es ist also noch nicht geklärt, ob mit der E-Nose lediglich ein infektiöser Entzündungsvorgang über die Ausatemluft nachgewiesen



Die elektronische Nase von 2012. Foto: AIRSENSE Analytics GmbH



Das Gerät wurde 2013 dann erstmals auf der ISS vom russischen Kosmonaut Roman Romanenko erprobt. Foto: ROSMOSMOS.



Das Flugmodell der E-Nose 2. Gegenwärtig werden Mitflugmöglichkeiten mit anderen Nationen geprüft. Foto: Airbus

wird, oder zudem auch der verursachende Erreger beim Kranken erkannt werden kann. Dies ist Gegenstand noch laufender Untersuchungen.

**RC:** *Der Goldstandard in der heutigen Diagnostik ist die Blutuntersuchung. Ihr Verfahren könnte in der Zukunft mindestens gleichrangig werden. Welche Vorteile hätte es?*

**Prof. Dr. Alexander Choukér:** Einige Vorteile der Untersuchung von Ausatemluft liegen auf der Hand – es ist keine Blutabnahme erforderlich, die von vielen als unangenehm empfunden wird. Zudem birgt eine

Blutabnahme geringe Risiken einer Infektion an der Einstichstelle, versehentlicher Verletzung von Nerven, oder von Blutergüssen. Zudem müssen die gewonnenen Blutproben dann meist in ein Analyselabor gebracht werden, und das Ergebnis liegt erst Stunden später vor. Die E-Nose ist nicht invasiv, d.h. bei der Gewinnung der Ausatemluft entsteht für den Patienten kein Risiko, und die Untersuchung kann beliebig oft wiederholt werden. Das Gerät ist klein, und könnte in jeder Hausarztpraxis aufgestellt werden. Zudem liegt das Ergebnis innerhalb weniger Minuten vor.

**RC:** *Wo stehen Sie heute und was kann man in den nächsten Jahren von der E-Nose erwarten?*

**Dr. Tobias Wöhrle:** Aktuell führen wir eine Studie durch, bei der wir die Ausatemluft von Patienten mit verschiedenen Vorerkrankungen analysieren. Hier erhoffen wir uns, manche Erkrankungen bestimmten VOC-Mustern zuordnen zu können. Zudem untersuchen wir dies bei einer Patientenkohorte, die sich größeren Operationen unterzieht. Hier liegt einer unserer Schwerpunkte auf der Frage, ob mit den VOC-Mustern in der Ausatemluft verschiedene Komplikationen nach der Operation, wie zum Beispiel postoperative Infektionen, vorhergesagt werden können. Solche durch die E-Nose erhaltenen Hinweise könnte man dann als Anlass nehmen, diese Risikopatienten genauer zu überwachen, oder gegebenenfalls bereits vor der Operation Maßnahmen zu ergreifen, um diese Komplikationen auf ein Minimum zu beschränken.

**RC:** *Wir danken für die detaillierten Informationen und hoffen auf eine baldige medizinische Anwendung.*

Mit Prof. Dr. Alexander Choukér und Privatdozent Dr. Tobias Wöhrle sprach Ute Habricht.

Die Erkenntnisse am LMU Klinikum stießen auf breites Interesse. Hier zwei Stimmen.



Foto: James Zabel

**Dr. Lukas Köhler**, MdB, FDP Wahlkreis 220: München-West/Mitte

Die neuesten Studienergebnisse zur E-Nose verbinden zwei völlig verschiedene Forschungsbereiche: Raumfahrt und Medizin. Damit sind sie ein Paradebeispiel für Fortschritt durch Forschung. Das zeigt: Wenn an den richtigen Stellen Synergien geschaffen werden und Forschung angemessen gefördert wird, können daraus revolutionäre Erkenntnisse gewonnen werden, die einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung des menschlichen Lebens leisten können. Davon abgesehen ist das nicht nur ein Gewinn für die Wissenschaft per se, sondern mit dem Münchner Expertenteam auch ein riesiger Erfolg für den Forschungsstandort München. Ich bin sehr gespannt auf die weiteren Forschungsergebnisse zur E-Nose.



Foto: Ute Habricht

**Dr. Thomas Sattelberger**, Business Angel, Beirat, Kolumnist, MINT-Aktivist  
Mitglied Deutscher Bundestag 2017 – 2022, Parlamentarischer Staatssekretär a.D.

Wer hätte das geglaubt. Vor über zehn Jahren hat eine DLR-finanzierte E-Nose an Bord der Sojus die mikrobiologischen Belastungen im Raumfahrzeug untersucht. Inzwischen stehen wir mit dieser Technologie an der Schwelle zu einem Durchbruch in der medizinischen Diagnostik: eine Innovation aus der Raumfahrt, die nicht nur Blutuntersuchung ersetzt, sondern durch die Analyse der Aus-Atemluft eine Predictive Analytics für postoperative Infektionen ermöglichen kann. Als ich noch in der Luft- und Raumfahrt tätig war, war es nur Teflon. Heute ist es die ganze Bandbreite von DeepTech. Glückwunsch an die Forscher der LMU München. Und ein dringendes Wort an die Politik: Eine neue Raumfahrtstrategie, die die Innovations- und Kommerzialisierungs-Chancen von New Space formuliert und investiv fundiert, ist überfällig.

# Der Raumfahrtpreis **Silberner Meridian**

wird in diesem Jahr zweimal vergeben

## Preis des Kuratoriums

für hervorragendes Wirken bei der **Popularisierung** der Raumfahrt und Weltraumforschung

Reichen Sie bis zum

**31. März 2023**

ihre Vorschläge für den Preis des Kuratoriums ein:  
rcspace@t-online.de

Die Wahl erfolgt durch das Kuratorium bis zum 31. Mai 2023



## Preis der Zeitschrift **Raumfahrt Concret**

für ein besonderes **Engagement** für die Raumfahrt

Die Kandidaten für den Preis der Zeitschrift **Raumfahrt Concret** werden ausschließlich durch die Redaktion bestimmt

Die Wahl erfolgt durch die Redaktion und das Kuratorium bis zum 31. Mai 2023.



## Deutschland braucht Raumfahrt

Der aktuelle Trend der Raumfahrtindustrie, kleine und kostengünstige Satelliten in kurzer Zeit bereitzustellen, stellt die Branche vor neue Herausforderungen. DSI verbindet langjährige Erfahrung aus dem klassischen Space Bereich mit der Entwicklung neuester Technologien. Die Verwendung verschiedener Bauteilklassen inkl. in-house Upscreening ermöglicht es uns in enger Absprache mit den Kunden innovative und flexible Lösungen zu erarbeiten, um Missionen mit gemischter Kritikalität kosteneffizient zu verwirklichen. Mit unserem umfassenden Know-how sind wir dadurch der richtige Ansprechpartner für die Entwicklung zuverlässiger Hardware auch für performante NewSpace-Anwendungen.

**Elias Hashem**, Geschäftsführer DSI Aerospace

# INNOspace Masters -



## Interviews mit den Preisträgern 2022

### Gesamtgewinner

#### Aerostructure Multifunctional Cover Against Environmental Radiation:

**Dr. Tino Schmiel**, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der Technischen Universität Dresden.

**Dr. Fabian Schütt**, Institut für Materialwissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

**RC:** Wann und wie kam es zur Beteiligung am INNOspace Masters 2022?

**Dr. Tino Schmiel:** Ein Schwerpunkt des INNOspace Masters 2022 war im Bereich der Digitalen Sicherheit und Nachhaltigkeit. Dazu zählen wir auch die Reduzierung der Störanfälligkeit von Antennensystemen, wie wir sie alle auch im Alltag nutzen. Bspw. im Bereich von Mobilfunk, WLAN, Internet der Dinge, Autonomes Fahren, Industrie 4.0. Überall, wo viele Systeme auf engem Raum miteinander kommunizieren gibt es viele Störungen, die man mit wirklich gut entwickelten digitalen Verfahren in den Griff bekommen kann - auf Kosten der Datenrate und der Leistung. Wenn wir aber rein mechanisch auch kleine OnChipAntennen schützen können, spart man auch elektrische Leistung. Das Problem bei direktem Schutz von Antennen ist aber folgendes: Wenn man diese gegen fremde Frequenzen schützt, kann auch die eigene Kommunikationsfrequenz den Schutz nicht passieren. Dann hat die Antenne ihren Sinn verloren. Wir haben im Labor einen Weg entwickelt, der beides gleichzeitig kann: Schutz vor fremden Frequenzen, ohne die eigene zu stören. Da kam die Preisausschrei-



Dr. Tino Schmiel (rechts) und Dr. Fabian Schütt. Foto: DLR

bung, die ja auch eine Förderung beinhaltet, glücklicherweise genau zum richtigen Zeitpunkt. Thema, Idee und Zeitpunkt passten perfekt. Wir sind da sehr dankbar!

**RC:** Wo steht das Projekt heute? Welche Erkenntnisse liegen bisher vor? Sind die Ziele erreicht worden? Gab bzw. gibt es unvorhergesehene Probleme? Gibt es Synergieeffekte zu

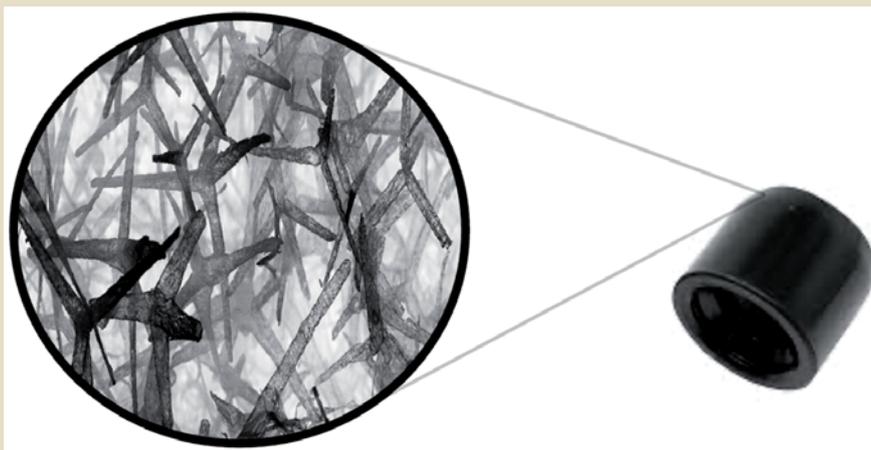
anderen Projekten bzw. zeigen sich Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise zur Industrie oder KMUs?

**Dr. Tino Schmiel:** Wir entwickeln am Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der Technischen Universität Dresden seit einigen Jahren basierend auf Nanokohlenstoffen extrem leichtgewichtige Schutzsysteme gegen elektromagnetische Interferenzen, aber nicht nur für Raumfahrtanwendungen.

Wir haben die ersten nicht-metallischen Schutzfolien, die sich relativ einfach nachträglich aufbringen lassen. Hier können wir in einigen Frequenzfenstern die Durchlassfrequenzen anpassen.

Ein Patent ist auch bereits erteilt. Aber in der Idee für den INNOspace Masters ging es nicht um Folien, sondern um kleine Schutzkappen für OnChip-Antennen. Zusammen mit Fabian Schütt von der Universität zu Kiel versuchen wir nun, unsere Methoden auf spezielle Aerogerüststrukturen zu übertragen. Hier können wir realistisch 90% an Masse sparen. Die ersten Dämpfungen haben wir im Labor nachgewiesen.

Der Markt für EMI-Schutz ist sehr groß. Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten an mehreren Stellen der Wertschöpfungskette. Aber es ist ein Innovationsvorhaben. Derzeit versuchen wir, den Bereich der Durchlassfrequenz für verschiedene Anwendungen anzupassen, optimale Geometrien zu entwickeln. Dann sind letztlich die Prozesse in den Industriemaßstab zu übertragen. Es sind noch ein paar Schritte zu gehen, aber Fabian Schütt und ich sind da sehr zuversichtlich.



Labormuster einer Schutzkappe basierend auf Aerogerüststrukturen. Grafik: TU-Dresden

**RC:** *Existieren Nachfolge-Projekte? Wenn ja, mit welchen Zielen? Wenn nein, was wäre Ihr Wunsch?*

**Dr. Tino Schmiel:** Wir arbeiten an der Vorbereitung von weiteren Projekten, um die einzelnen Anwendungen zu erschließen. In einem weiteren Vorhaben versuchen wir, Antennensysteme direkt in unsere Materialien einzubringen. Auch die Anwendung im Luftfahrt- und Automobilbereich eruieren wir.

**RC:** *Wie ist die Motivation der Mitarbeiter? Sind noch alle dabei und konnte der Staffelposten weitergereicht werden?*

**Dr. Tino Schmiel:** Es ist spannend, vielfältig und es macht unheimlich Spaß. Es arbeiten zwei Wissenschaftler, zwei Doktoranden und auch Studierende mit – nicht nur in Studien- und Diplomarbeiten. Wir wollen die Materialien zusammen mit unserer Hochschulgruppe STAR Dresden e.V. – ein Zusammenschluss von Studierenden – demnächst auch auf einem Satelliten testen lassen. Das motiviert ungemein, im Dreieck zwischen Theorie, Praxis und Nachwuchsausbildung zu arbeiten. Das befruchtet sich gegenseitig.

**Zusammenstellung:** Ute Habricht

**Dr. Markus Reichel, MdB (CDU/CSU)**  
Wahlkreis 159: Dresden 1, Sachsen



Foto: Dr. Markus Reichel

Störungsfreie Kommunikation ist einer der Schlüssel, um zukünftig digitale Prozesse stärker voranzubringen und vor allem sicher in unseren Alltag zu integrieren. Dabei ist das Anwendungsspektrum enorm groß und sehr praktisch angelegt. Denken Sie an die WiFi-Entwicklung, Mobiltelefonie, Satellitenkommunikation,

das Internet der Dinge (IOT), autonomes Fahren, etc. Diese Technologien und ihre Anwendungen sind aus unserem Alltag kaum wegzudenken. Es lohnt sich also als Staat, in die nationale Raumfahrt mit ihren Unternehmen und Institutionen zu investieren, nicht zuletzt auch, um die Sicherheit der kritischen Infrastruktur und die technologische Souveränität unseres Landes zu gewährleisten.

Die Technische Universität Dresden, im Herzen meines Wahlkreises, ist traditionell sehr stark in der Forschung für die Luft- und Raumfahrt. Die beiden Auszeichnungen zeigen, wie spannend und bedeutsam einzelne Anwendungsfälle sein können und vor allem auch, wie wichtig es ist, den Wissenstransfer zwischen den Universitäten in Deutschland zu unterstützen. Wenn wir in Zukunft die

theoretische Forschung noch systematischer in die praktische Wirtschaft überführen, können regionale Wertschöpfungsketten gestärkt werden und zunehmend auch neue „Hidden Champions“ daraus entstehen. Die Beschaffungen in der materialintensiven Raumfahrtforschung und die dafür zur Verfügung stehenden nationalen und europäischen Fördermittel sollten dazu konsequent genutzt werden. Ein stärkerer Fokus auf den lokalen Beschaffungsmärkten wäre meines Erachtens wünschenswert, denn damit sichern wir Produktion, Einkommen und Arbeitsplätze bei regionalen Zulieferern.

Ich bin stolz darauf, dass Dresden so ein innovativer Luft- und Raumfahrtforschungstandort ist und wünsche allen Beteiligten weiterhin viel Erfolg: „Möge die Macht mit Ihnen sein“.



Autor: Deepak Sharma

Die Gründer von Skyroot Aerospace: Naga Bharath Daka (links) und Pawan Kumar Chandana. Foto: Skyroot Aerospace



# Industrialisierung der Raumfahrt (5)



## SKYROOT AEROSPACE:

SKYROOT  
AEROSPACE

## Erfolg für erstes indisches Privatunternehmen

Von Deepak Sharma

Nicht nur in den USA; China und Europa gründen sich zahlreiche private Raumfahrtunternehmen. In Indien hat jüngst die erste Firma für Furore

gesorgt. Am 18. November 2022 startete das Indian Space Research Centre (ISRO) erfolgreich die Rakete Vikram-S des privatwirtschaftlichen Unterneh-

mens Skyroot Aerospace vom Satish Dhawan Space Centre in Sriharikota (Andhra Pradesh) und öffnete die Türen des Raumfahrtsektors für indische Privatunternehmen. Vikram-S war ein suborbitaler Flug, der in 155 Sekunden eine Höhe von 89,5 Kilometern erreichte und damit die vorgegebene Höhe von 80 Kilometern übertraf. Mit dieser Rakete konnte Skyroot Aerospace Nutzlasten seiner drei Kunden Space Kids India, Bazoomq Armenia und N-Space Tech India in den Weltraum schicken. Der Start von Vikram-S wurde als Mission "Prarambh" bezeichnet. Das Hindi-Wort bedeutet wörtlich "eine Aufgabe beginnen". Vikram-S markiert den Beginn einer neuen Ära, zwischen der ISRO und indischen Privatunternehmen, um in der Welt- raumforschung zusammenzuarbeiten.



Erfolgreicher Start der ersten privaten indischen Rakete Vikram-S am 18. November 2022 von Sriharikota. Foto: Skyroot Aerospace



Inspektion der Vikram-S. Foto: Skyroot Aerospace

Pawan Kumar Chandna, Mitbegründer und CEO von Skyroot Aerospace, teilt seine Freude mit Raumfahrt Concret und sagt: "Wir sind sehr glücklich und stolz, dass unser Vikram-S-Projekt zu einem Wendepunkt für den indischen privaten Raumfahrtsektor geworden ist und als nationaler Meilenstein gefeiert wird. Wir haben enorme Unterstützung von unseren Freunden, Familienmitgliedern sowie den zahlreichen Menschen im In- und Ausland erhalten, die unsere Fortschritte im Laufe der Jahre genau verfolgt haben. Es ist großartig zu wissen, dass die Freude und der Stolz nicht uns allein gehören, sondern von allen geteilt werden."

Die Trägerraketen der Vikram-Serie von Skyroot Aerospace wurden nach dem verstorbenen Vikram Ambalal Sarabhai, dem Vater des indischen Raumfahrtprogramms, benannt. Vikram-S, die erste Version der Vikram-Serie, ist eine einstufige suborbitale Trägerrakete, mit einem Gewicht von 545 Kilogramm, einer Höhe von 6 Metern und einem Durchmesser von 0,375 Metern. Das Hauptmerkmal dieser Trägerrakete ist ihre Einfachheit, da sie schnell gebaut, montiert und gestartet werden kann. Nach Angaben des Unternehmens sind die Baukosten dieser Rakete im Vergleich zu anderen Launchern der gleichen Kategorie, die auf dem internationalen Markt erhältlich sind, sehr niedrig. Durch die Einführung von Vikram-S

testete das Unternehmen bis zu 80% seiner verschiedenen Technologien, darunter Antrieb, Struktur, Avionik usw. Vikram-S wurde mit modernsten Technologien, wie Vollcarbonfaserstrukturen und 3D-Druck entwickelt. Dies ist das erste Mal in Indien, dass eine Trägerrakete mit Kohlefaserstrukturen geschaffen wurde. 2020 begann ein Team von zweihundert Ingenieuren die Entwicklung dieser Rakete in einer Rekordzeit von nur zwei Jahren. Das Indian Space Research Centre hat das indische Raumfahrtprogramm in den letzten fünf Jahrzehnten robust weiterentwickelt und ist damit eine der sechs führenden internationalen Raumfahrtagenturen der Welt. Dabei gründeten sich auch mehrere kleinste, kleine und mittlere Firmen als Zu-

lieferer für den Bau von Trägerraketen und Satelliten.

Dem voraus ging im Juni 2020 eine Entscheidung der indischen Regierung den Raumfahrtsektor auch für den indischen Privatsektor zu öffnen. Dazu gründete man das Indian National Space Promotion and Authorization Centre (IN-SPACe) als unabhängige und interdisziplinäre Agentur, die als autonome Einrichtung im Department of Space (DOS) fungiert. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, verschiedene Weltraumaktivitäten von Nichtregierungsorganisationen zu fördern, zu ermöglichen und zu überwachen.

Darüber hinaus sind der Bau von Trägerraketen und Satelliten, die Bereitstellung weltraumgestützter Dienste und die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen und Räumlichkeiten unter der Kontrolle des Weltrauministeriums und der ISRO sowie die Einrichtung neuer Weltrauminfrastrukturen und -einrichtungen weitere Aufgaben.

Am 11. September 2021 wurde zwischen R. Umamaheswaran, wissenschaftlicher Sekretär der ISRO und Vorsitzender des Interims-IN-SPACe-Ausschusses, und Pawan Kumar Chandana, Mitbegründer und CEO von Skyroot Aerospace, ein Rahmen-MoU unterzeichnet. Es ermöglicht Skyroot Aerospace den Zugang zu verschiedenen ISRO-Zentren zum Testen und Qualifizieren ihrer Träger- und Subsysteme.



Rahmenabkommen, unterzeichnet von Dr. R Umamaheswaran, damaliger Vorsitzenden des Interims-IN-SPACe-Ausschusses (links), und Pawan Kumar Chandana, CEO von Skyroot Aerospace (3.v.l.), in Anwesenheit von Dr. Aufl. Sivan, damals Vorsitzender ISRO (2.v.l.) sowie Naga Bharath Daka, COO von Skyroot Aerospace. Fotos: ISRO



Team Skyroot Aerospace. Foto: Skyroot Aerospace

In einem Interview mit Raumfahrt Concret erklärt Pawan Kumar Chandana: "Die Entscheidung der indischen Regierung, eine private Beteiligung am Raumfahrtsektor zuzulassen, ist bedeutsam und wird eine neue Ära einläuten. Das System ermöglicht es, dass Unternehmertum und privates Kapital in die Raumfahrt fließen und dazu beitragen, das Streben nach Exzellenz in der Branche mit verschiedenen privaten Akteuren zu teilen. So können wir gemeinsam Technologie- und F & E-Zentren einrichten sowie die Qualitäts- und Leistungsmerkmale unter der Leitung des Department of Space auf die globalen Standards heben. Wir werden in den kommenden Jahren definitiv den Paradigmenwechsel des Raumfahrtsektors erleben, der von dieser wegweisenden Entscheidung der Regierung beeinflusst wird."

Pawan Kumar Chandana studierte Maschinenbau am IIT Kharagpur. Von 2012 bis 2018 war er als Wissenschaftler am Vikram Sarabhai Space Centre, Thiruvananthapuram (Kerala) tätig. Während dieser Zeit gehörte er etwa fünf Jahre zum Team, das die

indische Trägerrakete GSLV Mark-III konstruierte. Danach war er Systemingenieur für die GSLV Mark-III-Trägerrakete S-200.

Naga Bharath Daka, der zweite Mitbegründer und Chief Operating Officer von Skyroot Aerospace, arbeitete von 2012 bis 2015 als Avionikingenieur im Vikram Sarabhai Space Centre.

Die Arbeit bei ISRO war für beide eine sehr bereichernde Erfahrung. Pawan spezialisierte sich auf mechanische Aspekte der Raketen, während Naga sich auf Luft- und Raumfahrtelektronik (Avioniksysteme) konzentrierte. Im Laufe der Zeit sammelte das Duo praktische Erfahrungen mit Raketen-Systemen, was ihnen das Vertrauen gab, ein Start-up zu gründen. Im Juni 2018 legten sie mit 1,5 Millionen US-Dollar von ihrem ursprünglichen Investor Mukesh Bansaden den Grundstein von Skyroot Aerospace in Hyderabad, Andhra Pradesh I. Zwischen 2018 und 2022 sammelten sie 68 Millionen US-Dollar von seinen Investoren ein, der größte Betrag, der von einem privaten Unternehmen im Raumfahrtsektor aufgebracht wurde. Aber es war äußerst

schwierig, mit verschiedenen Geschäftsleuten Indiens zu sprechen und sie davon zu überzeugen, zu investieren. Zum Zeitpunkt der Gründung von Skyroot Aerospace gab es noch keine Richtlinien für die Raketenstartdienste für private Unternehmen im Land. Es gab jedoch einen Entwurf, den Space Act 2017, der die zukünftige Absicht der Regierung andeutete. Pawan Kumar Chandana und Naga Bharath Daka setzten ihr visionäres Denken fort und haben heute den Namen Skyroot Aerospace in die Geschichte der indischen Raumfahrt eingeschrieben. Unter dem Motto "Open Space for All" ist es das Hauptziel von Skyroot Aerospace, kostengünstige, leichte und zuverlässige Trägerraketen zu entwickeln und sie in den Weltraum zu schicken, damit das menschliche Leben durch Technologie verbessert werden kann.

Die Perspektiven in der Gegenwart zu erkennen ist die Qualität eines erfolgreichen Unternehmers und deshalb wird Pawan Kumar Chandana heute als der indische Elon Musk angesehen. Im Jahr 2020 wurde Pawan Kumar Chandana von Forbes in die Liste der

"Forbes 30 Under 30 Asia" aufgenommen.

Pawan Kumar Chandana und Naga Bharath Daka hatten ihre Berufserfahrung bei ISRO, die sich bei der Gründung und Entwicklung von Skyroot Aerospace als sehr hilfreich erwies. Pawan Kumar Chandana glaubt, dass ISRO als führende Raumfahrtagentur der Welt einer der besten Orte ist, um die Kunst des Luft- und Raumfahrtbaus zu meistern und ein großartiges Netzwerk von Raumfahrtexperten aufzubauen. „Während unserer Zeit hatten wir das Glück, mit führenden Experten der Branche in mehreren Projekten für die indische Raumfahrtindustrie zusammenzuarbeiten. Die Erfahrung war großartig und wir glauben, dass sie viel zum Erfolg von Skyroot Aerospace beigetragen hat. Heute haben wir ein exzellentes Team von Leuten, die von

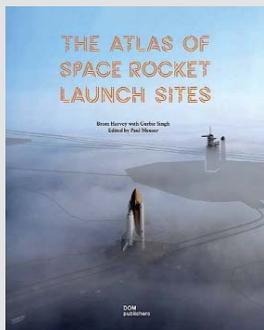
führenden Institutionen wie ISRO kommen. Wir sind der Meinung, dass die frühere Erfahrung unseres Technologieteams bei ISRO eine entscheidende Rolle in unserer Wachstumsgeschichte gespielt hat. Innerhalb von nur vier Jahren nach der Gründung haben wir den Weltraum im ersten Anlauf erfolgreich erreicht. Wir haben verschiedene Systeme und Subsysteme validiert, darunter drei Antriebstechnologien, einschließlich unseres vollständig kryogenen Antriebssystems.“

Derzeit entwickelt Skyroot Aerospace den Träger Vikram-I, der noch in diesem Jahr gestartet werden soll. Das Unternehmen plant ab 2025 zwei Starts pro Monat. Außerdem arbeitet man auch an der Entwicklung wiederverwendbarer Trägerraketen. Die anderen Raketen der Vikram-Serie

sind Vikram-II und Vikram-III, die fortschrittliche kryogene MethaLOX-Triebwerke (Treibstoffkombination Methan-Flüssigsauerstoff) verwenden werden.

Skyroot Aerospace wurde von der indischen Regierung mit dem Technology Start-up Award-2022 für kryogene, flüssige und feste Antriebstechnologie ausgezeichnet. Darüber hinaus wurde es auch mit Preisen wie Best Innovative Product Award, Innovative Idea Award, National Start-up Award 2020, Jury Choice Award of Aegis Graham Bell Award usw. geehrt. Im September 2021 stufte LinkedIn Skyroot Aerospace auf Platz sieben seiner Liste der 25 besten Start-up-Unternehmen Indiens des Jahres 2021 ein.

**Deutsche Bearbeitung:** Ute Habricht



## The Atlas of Space Rocket Launch Sites

Brian Harvey/Gurbir Singh  
Kartografie Katrin Soschinski  
240 x 300 mm, 272 Seiten  
500 Abbildungen, Hardcover  
ISBN 978-3-86922-758-0 (englisch)  
EUR 98,00 / CHF 116,60  
DOM publishers Berlin, Nov.2022

Hier haben wir ein Buch zu den Startplätzen von Weltraumraketen, das zwar nicht das erste (wie von den Herausgebern behauptet) zu diesem Thema auf dem Markt ist, wohl aber das opulenteste. Der vielen bekannte Autor Brian Harvey überzeugt mit seiner kritisch-sachlichen Art zu sozio-ökologischen Sichtweisen der Raumfahrtunternehmungen. Gurbir Singh als Kenner der indischen Raumfahrt werden dagegen nur Eigeweichte kennen.

Nach spannender Einleitung zu den speziellen Herausforderungen des Raumreisens und seiner besonderen Stellung unter all den Unternehmungen der menschlichen Spezies folgt ein kenntnisreicher Exkurs in die Geschichte der Einrichtung von Startplätzen für Raketen.

Das Buch beleuchtet dann in fünf Kapiteln geografisch von West nach Ost die 29 wichtigsten Weltraumbahnhöfe: In „The Americas“ Anlagen von Kodiak in Alaska, über die großen US-Spaceports und Kourou bis zu Alcantara in Brasilien, in „Balto-Mediterranean“ den Raum zwischen Ostsee und Mittelmeer vom algerischen Hammaguir über das historische Peenemünde bis zum wenig bekannten israelischen Palmachim, in „Eurasia“ die großen Startplätze des europäischen Teils Russlands und des Iran, in „Indo-African“ nach den San Marco-Plattformen vor Kenia die drei indischen Startbasen, in „Asia-Pacific“ schließlich die vier chinesischen und die nord- und südkoreanischen Weltraumbahnhöfe, das noch teilweise im Bau befindliche Kosmodrom Wostotschnij, die japanischen Startplätze und die Anlagen von Woomera in den australischen Wüsten. Den Abschluss bildet die maritime Plattform von Sea Launch.

Ein Highlight des Buches sind die Karten der Basen von Katrin Soschinski,

jeweils in drei verschiedenen Maßstäben, sozusagen herangezoomt. Ich hätte mir dabei lediglich gewünscht, dass Straßen und Flussläufe besser unterscheidbar gewesen und noch mehr genaue Bezeichnungen der Startrampen und Gebäude verfügbar wären. Bei Baikonur hätte man vielleicht einen etwas größeren Maßstab wählen können und Rampen und Gebäude differenzieren. Dafür gibt es hier als „Entschädigung“ einen Lageplan der Stadt Baikonur.

Die Ausstattung mit Abbildungen und Fotos ist gut, lediglich bei Hammaguir hätte ich anstelle der großen postalischen Belege lieber eine historische Farbaufnahme gesehen, auch für Kapustin Jar und Baikonur hätte sich in Anbetracht des Buchpreises das eine oder andere Urheberrecht für spannende historische Fotos aus der Geschichte erwerben lassen können.

Zwei kleine Fehler sind mir noch aufgefallen: Auf Seite 23 ist die untere rechte Rakete die R-7 Sputnik. Und im Text auf Seite 159 heißt es zur San Marco-Plattform „was a triangular-shaped platform“. Sie war rechteckig (rectangular), nicht dreieckig.

Ansonsten ist das Buch, das zu dieser Thematik bisher beste auf dem Markt. Wer es sich leisten kann und des Englischen mächtig ist, sollte zugreifen.

**Dietmar Röttler**

# Der Weltraum ist kein gesetzloser Raum

Ein Interview mit Prof. Dr. Stephan Hobe, Direktor des Instituts für Luftrecht, Weltraumrecht und Cyberrecht, an der Universität zu Köln



**RC:** Die meisten Menschen, Herr Professor, verstehen unter Weltraumrecht sicherlich das Recht, das im Weltraum gilt. Wie definiert es der Fachmann?

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Kann man schon so sagen, wobei allerdings klar sein muss, dass unter Weltraum nur das Sonnensystem gemeint sein kann, also die Sonne und die acht Planeten, die um die Sonne kreisen. Das Gesamtuniversum, das fälschlich auch als Weltraum bezeichnet werden könnte, ist uns so wenig bekannt, dass es nicht zum Bezugspunkt des Weltraumrechts genommen werden kann.

**RC:** Der 1978 verstorbene Prof. Alex Meyer war einer der Pioniere des Weltraumrechts. Er war auch Begründer der heute unter dem Namen „Zeitschrift für Luft- und Weltraumrecht“ (ZLW) erscheinenden Publikation. Vielleicht eine kurze Skizze zu der Historie Ihres Instituts.

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Alex Meyer knüpfte mit der Wiederbegründung des Instituts im Jahre 1951 an die Tradition des schon 1925, also vor fast 100 Jahren, in Königsberg, dem heutigen Kaliningrad, von Otto Schreiber gegründeten Instituts für Luftrecht an. Unter seinem Nachfolger Hans Oppikofer siedelte das Institut nach Leipzig um, bis Oppikofer es im Jahre 1939 als Jude vorzog, Deutschland zu verlassen. Dann stand eine weitere Umsiedlung des Instituts im Jahre 1939 nach Berlin an, wo es der Widerstandskämpfer Rüdiger Schleicher bis zu seiner Ermordung durch die Nationalsozialisten im Jahre 1945 leitete. Im Kriege völlig zerstört, wird es tatsächlich erst durch Prof. Alex Meyer im Jahre 1951 in Köln wiederbegründet. Meyer übt das Amt des Institutsdirektors bis zu seinem 95. Lebensjahr aus. Zwei Jahre später folgt ihm mein Vorgänger Karl-Heinz Böckstiegel, der bis 2001 amtiert hat.

**RC:** Es gibt einige Weltraumverträge, die bei der UN angesiedelt sind und einige außerhalb der UN. Können Sie uns da eine Übersicht geben.

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Die wesentliche Arbeit am Weltraumrecht wird in der Tat von den Vereinten Nationen und hier insbesondere von einem Unterausschuss der UN-Generalversammlung, dem Weltraumausschuss der Vereinten Nationen geleistet. Dieser Aus-

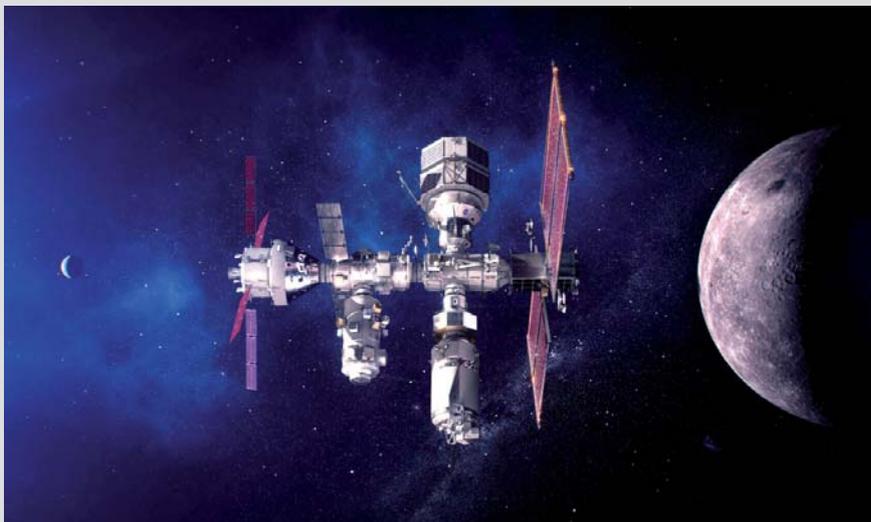
schuss hat zwei Unterausschüsse, einen rechtlichen und einen wissenschaftlich-technischen.

In diesem Rahmen sind insgesamt fünf internationale Verträge zustande gekommen: 1967 der Internationale Weltraumvertrag, der wichtigste, der heute 114 Ratifikationen kennt, sodann das Rettungsabkommen von 1968 mit 99 Ratifikationen, das Haftungsabkommen von 1972 mit 98 Ratifikationen, das Registrierungsabkommen von 1975 mit 72 Ratifikationen und der Mondvertrag, in Kraft seit dem 11. Juli 1984, mit nur 18 Ratifikationen.

Eine andere Organisation hat sich danach eigentlich nicht durchsetzen können. Freilich ist es, in der UN-Organisation zur Vereinheitlichung des Privatrechts, UNIDROIT, im Jahre 2001 zur Verabschiedung eines Abkommens über hochwertige Ausrüstungsgegenstände gekommen, welches man mit speziellen Protokollen zu diesen Gegenständen als wirksame Sicherungsmittel nutzen kann. Hier sind bislang drei Protokolle entstanden, ein Protokoll über Sicherungsrechte an Flugzeugen, ein zweites über entsprechende Gegenstände an Eisenbahnen und eben ein drittes Protokoll für Sicherungsrechte an Weltraumgegenständen (2012), welches allerdings mangels genügender Ratifikationen bislang nicht in Kraft getreten ist.

**RC:** Die Bundesregierung bastelt ja schon seit vielen Jahren an einem nationalen Weltraumgesetz. Sind Sie darüber informiert wie der gegenwärtige Stand ist, beziehungsweise welche Inhalte dieses Gesetz umfassen soll?

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Es gehörte zu den größten Enttäuschungen, dass die letzte Bundesregierung der großen Koalition es nicht fertiggebracht hat, sich auf ein solches Weltraumgesetz zu einigen. Die Verabschiedung eines solchen Gesetzes wäre indes ganz im deutschen Interesse, weil es die Haftung Deutschlands – und damit auch der deutschen Steuerzahler – hätte fernhalten können. Ob derzeit über-



Der von den USA diktierte rechtliche Rahmen für das neue Großprojekt in der Raumfahrt, die sog. Artemis Accords, wird von einigen Partner kritisch gesehen.

haupt und wenn ja, in welcher Richtung an einem deutschen Weltraumgesetz gearbeitet wird, weiß ich tatsächlich nicht.

Was zu regeln wäre, ist indes im Wesentlichen klar: Ein solches Gesetz würde ja im Falle des Starts privater Raumfahrtunternehmen, von denen es zunehmend auch solche in Deutschland gibt, im Fall eines Unfalls die Haftung von Deutschland durch die Verlagerung auf den Versicherer des Privaten lenken. Denn im internationalen Weltraumrecht ist es in der Regel so, dass der Staat haftet, der in einen Zusammenhang mit dem Start eines Weltraumgegenstandes gebracht werden kann. Wenn also entsprechend ein Privatunternehmen einen Schaden verursacht hat, ist es auch in einem solchen Fall grundsätzlich der Staat, der die Haftung im Schadensfall übernehmen müsste, wenn es ihm nicht gelingt, durch sein Weltraumgesetz den Privaten zu einer Versicherung zu zwingen.

**RC:** *Seit mehr als 50 Jahren herrscht Konsens darüber, dass keine Nation Anspruch auf das Weltall erheben kann. Ein US-Gesetz aus dem Jahr 2015 erklärt die USA nun faktisch zum Schürfrechte-Verwalter auf anderen Himmelskörpern. Wie ist das zu bewerten?*

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Das ist, wie auch ähnliche Regelungen in dem luxemburgischen Weltraumgesetz, als glatt völkerrechtswidrig anzusehen. Niemand kann, wie schon eine alte Rechtsmaxime sagt, mehr Rechte übertragen, als er selbst innehat. Und weder der Weltraum noch die Himmelskörper gehören einem Staat. Folglich kann ein Staat auch keine Schürfrechte vergeben! Das alles ist eine sehr bedenkliche Entwicklung!

**RC:** *Können Sie uns einige Beispiele nennen, wo das Weltraumrecht Anwendung fand?*

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Etwa bei der Positionierung von Telekommunikationssatelliten im geostationären Orbit oder anderen Orbits, bei Abtastung der Erdoberfläche durch Fernerkundungssatelliten zum Zwecke der Erntevorhersage oder auch an Bord der Internationalen Raumstation (ISS), die ja aus verschiedenen Modulen zusam-

mengesetzt ist, und wo etwa im amerikanischen Modul amerikanisches, im kanadischen Modul kanadisches und im japanischen Modul japanisches Urheber- und Strafrecht anwendbar ist.

**RC:** *Im August 2018 entdeckte man in einem Sojus-Raumschiff, das an der ISS andockt war, ein Leck, das offenbar durch eine absichtliche Bohrung verursacht worden war. Russland beschuldigt eine amerikanische Astronautin. Sind Sie über den aktuellen Stand informiert und wie würde denn überhaupt die Rechtslage aussehen?*

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Nein, mir ist der aktuelle Stand dieser Rechtssache nicht bekannt. Grundsätzlich ist es aber so, dass die jeweiligen Weltraumobjekte, so etwa auch Raumstationen, ihr nationales Recht mit in den Weltraum nehmen, das haben wir ja gerade anhand Ihrer vorigen Frage erörtert. Sollte Russland die amerikanische Astronautin wegen der Beschädigung der Sojus-Kapsel anklagen, würde sich dies wohl in Russland (also vor russischen Gerichten) und nach russischem Recht vollziehen. Zu welchem Ergebnis eine solche Anklage dann führen würde, ist naturgemäß kaum vorherzusagen.

**RC:** *Das gegenwärtige internationale Highlight in der Raumfahrt ist die Rückkehr zum Mond. Da spielen auch die sogenannten Artemis Accords eine große Rolle, eine Zusammenstellung der US-Regierung von Regeln und Best Practices im Zusammenhang mit der Erforschung des Mondes. Einige Länder haben diesen Regeln bereits zugestimmt. Deutschland wohl noch nicht. Was raten Sie, bzw. wie bewerten Sie diese Regeln?*

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Ich halte die deutsche Zurückhaltung für gerechtfertigt, jedenfalls solange wie es so aussieht, dass alle Partner der USA gemäß den Artemis Accords sich dem Führungsanspruch der USA unterordnen haben. Das scheint mir nicht gerechtfertigt und auch deshalb unangemessen, weil damit dem amerikanischen Anspruch auf eine ihren Interessen entsprechende Umdeutung des Weltraumrechts Vorschub geleistet würde.



*Strafrechtlicher Vorsatz auf der ISS. Unter Verdacht steht eine Astronautin, die aus Liebeskummer 2018 ein Loch bohrte, um so eine schnelle Rückkehr zu erzwingen. Fotos: NASA*

**RC:** *Welche Angelegenheiten im Weltraumrecht sollten in den kommenden Jahren zwingend geregelt werden?*

**Prof. Dr. Stephan Hobe:** Am allerwichtigsten wird es sein, das drängendste Problem des Weltraumrechts in den Griff zu bekommen und das bedeutet, dafür zu sorgen, dass die wichtigsten Erdumlaufbahnen wieder „schrottfrei“ werden. Dort fliegen heute bereits zigtausend kleine und kleinste „debris“-Partikel herum, die bei Kollisionen mit einem Weltraumgegenstand aufgrund ihrer unglaublichen Geschwindigkeit imstande sind, ganze Satelliten funktionsunfähig zu machen. Hier bedarf es Regeln, die zum einen die Entstehung neuer Weltraumtrümmer begrenzen, wie auch andererseits solcher Regeln, die dafür sorgen, dass entstandener Müll weggeschafft wird.

Für die zu erwartende stärkere kommerzielle Nutzung des Weltraums durch verschiedene private Unternehmen brauchen wir zudem Verkehrsregeln ähnlich dem Luftraum, also ein sogenanntes „Space Traffic Management“. Hierfür die rechtlichen Grundlagen zu schaffen ist Teil eines großen Forschungsprojektes, das mein Institut in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) derzeit in Angriff nimmt. Die Regeln sollen rechtzeitig zum 100. Geburtstag des Instituts im Mai 2025 der Öffentlichkeit vorgestellt werden.

**RC:** *Vielen Dank für die präzisen Auskünfte und wir wünschen Erfolg und Beharrlichkeit in der Sache.*

Die Fragen formulierte Ute Habricht.



Campus der Kim Il Sung-Universität in Pjöngjang.

# Weltraumrecht in der DVR Korea

Von Dr. Kum-Chol Ro



Zur Anfangszeit, als die Erschließung und die Nutzung des Weltraums nur auf die wenigen Länder begrenzt stattfanden, gehörte die Zuständigkeit für die Weltraumerschließung zu den Angelegenheiten der staatlichen Behörden, und der Nutzungsbereich war auch relativ eingeschränkt. Damals war das Weltraumrecht nichts anderes als eine Anpassung des nationalen bzw. internationalen öffentlichen Rechts an die Eigenschaften des Weltraums. Daher waren die Weltraumrechtsexperten die Juristen der nationalen bzw. internationalen öffentlichen Rechte.

Mit der aktiven Erschließung des Weltraums und der zunehmenden Beteiligung der Nichtregierungsorganisationen (NGO) wie Unternehmen der privaten Raumfahrt und der

Vervielfältigung der Nutzungsbereiche des Weltalls entstand eine neue rechtswissenschaftliche Disziplin „Weltraumrecht“, wo man selbständige Experten brauchte.

Aus diesen Gründen erkannte der Weltraumausschuss der Vereinten Nationen (Committee on the Peaceful Use of the Outer Space = COPUOS), dass die internationalen Kooperationen in der Forschung, Schulung und Ausbildung im Bereich Weltraumrecht notwendig für die Weiterentwicklung der Raumfahrtaktivitäten seien. Das Komitee erklärte, dass es sich darum bemühen würde, die Bedeutung des Weltraumrechts für die Raumfahrtaktivitäten und Weltraumprogramme bewusster zu machen.

In vielen Ländern wie China, Russland und Deutschland gibt es die Hochschulen und Institute sowie die Studiengänge, wo die Weltraumrechtsexperten ausgebildet werden.

In der Demokratischen Volksrepublik Korea hat die Forschung zum Weltraumrecht schon in den 1980er Jahren ihren Anfang genommen.

1989 wurde die erste Dissertation „Forschung zum internationalen Welt-

raumrecht“ veröffentlicht, was den ersten Doktor im Bereich Weltraumrecht hervorbrachte. Diese Doktorarbeit beschrieb die Definition des Weltraumrechts und dessen Prinzipien, die rechtlichen Stellungen des Weltraumgegenstandes und des Weltraumfahrers sowie die internationale Kooperation für die friedliche Nutzung des Weltraums. Damals fanden jedoch die einzelnen Forschungen zum Weltraumrecht verstreut statt.

Die Forschungen und die Bildungsarbeit über das Weltraumrecht setzten sich in der Demokratischen Volksrepublik Korea mit dem erfolgreichen ersten Satellitenstart 1998 fort. Ihm folgten 2009, 2012 und 2016 weitere Missionen. Insgesamt brachte die Demokratische Volksrepublik Korea 4 Satelliten erfolgreich ins All.

Als Raumfahrtnation verabschiedete die Demokratische Volksrepublik Korea am 1.4.2013 das „Gesetz zur Erschließung des Weltraums“, um die rechtlichen Bedingungen für die Weltraumnutzung zu schaffen. Die DVRK trat am 5.3. sowie am 10.3.2009 dem Weltraumvertrag respektive dem Registrierungsübereinkommen bei. Am 22.2.2016 wurde sie Mitglied des

Rettungs- bzw. Haftungsübereinkommens.

Zugleich begann die Ausbildung von Experten für das Weltraumrecht.

Die juristische Fakultät der Kim-II-Sung-Universität arbeitete daran, „Internationales Weltraumrecht“ als eine selbständige Disziplin neu zu schaffen. Als Beispiel dafür hatte ich dort und ab 2008 an der Humboldt-Universität zu Berlin einen Forschungsaufenthalt, um mich der disziplinären bzw. pädagogischen Studie über das internationale Weltraumrecht zu widmen.

An der Kim II Sung-Universität begann 2011 die erste Vorlesung für die Doktoranden. Heute gibt es auch den entsprechenden Studiengang, wobei es sich um die folgenden Themen handelt:

- Die Definition der internationalen Weltraumrechte und deren Entstehung bzw. Entwicklung.
- Die rechtmäßige Stellung des Weltraums und dessen Erschließungs- bzw. Nutzungsprinzipien.
- Die rechtmäßige Stellung des Mondes und der restlichen Planeten.
- Die Raumfahrt und der Schutz der kosmischen Umwelt.
- Die Weltraumforschung, Schäden durch Weltraummüll und die Haftungen.

Die Kim II Sung-Universität setzte es sich zum Ziel, entsprechend dem Profil der Universität weitere Hochschulen, Fakultäten und Institute zu errichten, wo die Spezialisten der Spitzentechnologien ausgebildet werden. Demzufolge entstanden neue Raumfahrtinstitute. In der Fakultät für Physik entstand das Institut für Fernerkundungsinstrumente, in der

Fakultät für Mechanik das Institut für die kosmische Aerodynamik und in der Fakultät für Werkstoffkunde das Institut für die Materialwirtschaft für die Raumfahrt. In diesen Instituten ist „Internationales Weltraumrecht“ als Pflichtfach festgelegt.

Für Studenten der Raumfahrttechnik geht es dabei um die Abgrenzung des Luftraums und Weltraums, den Satellitenstart und die Abfallreduzierung beim Bau der Satelliten bzw. Trägersysteme und die Eintragung der Frequenzen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bildungsarbeit über das Weltraumrecht in der Demokratischen Volksrepublik Korea in Hinsicht auf die Weltraumerschließung einschließlich der Satellitenstarts und die internationalen öffentlichen Rechte voran geht. Dies trug dazu bei, dass sich die Demokratische Volksrepublik Korea bei der Weltraumerschließung an die Weltraumverträge hält, um die Transparenz und das völkerrechtliche Recht zu schaffen. Schließlich entwickelt sich die Arbeit zur Weltraumerschließung in der Demokratischen Volksrepublik Korea planmäßig und normal.

Die DVR Korea wird künftig als eine der Raumfahrtnationen und je nachdem wie sich ihre Arbeit für die Weltraumerschließung und -nutzung entwickelt, ihre Bildungsarbeit über das Weltraumrecht weiter verbessern und ausbauen.

In naher Zukunft wird eine Fakultät für Raumfahrttechnik an der Kim II Sung-Universität entstehen. Dementsprechend wird die Anzahl der Studenten zunehmen und die Bildungsarbeit wird auch inhaltlich und methodisch weitere Änderungen erfahren.



Studentenalltag, Fotos: Autor, Kim II Sung Universität.

Das Themenspektrum wird sich über die internationalen öffentlichen Rechte bis zu den privatrechtlichen Fragen wie dem geistigen Eigentumsrecht an der Nutzung der Satellitendaten und den kommerziellen Satellitenstarts erstrecken. Ferner handelt es sich um die rechtlichen Fragen bezüglich der Satellitennutzung bzw. der effektiven Nutzung der Satellitendaten zur Verbesserung des Lebensstandards des Volkes.

Es ist die konsequente Politik der Demokratischen Volksrepublik Korea, die Weltraumtechnik weiter zu entwickeln und die Arbeit zur Weltraumerschließung voranzutreiben.

**Dr. Kum-Chol Ro** besuchte von 2008 bis 2010 den Masterstudiengang für Rechtswissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin, wobei er das internationale Weltraumrecht belegte. Schließlich schrieb er seine Masterarbeit „Die Beschränktheit der völkerrechtlichen Weltraumverträge und Maßnahmen zu ihrer Verbesserung“.

**Deutsche Bearbeitung:** Ute Habricht

Bezeichnung des Satelliten	Datum	Umlaufzeit	Bahnneigung (°)	Erdferne/Erdnähe (km)	Funktion
Kwangmyongsong 1	31.8.1998	165 Min., 6 Sek.	86	6.978,2/218,82	Testsatellit
Kwangmyongsong 2	5.4.2009	104 Min. 12 Sek.	40.6	1.426/490	Testkommunikation
Kwangmyongsong 3-2	12.12.2012	95 Min. 29 Sek.	97.4	584,18/499,7	Erdbeobachtung
Kwangmyongsong 4	7.2.2016	94 Min. 24 Sek.	97.4	500/494,6	Erdbeobachtung

# Jerry Stone im Gespräch zu den Mondprogrammen und Weltraumhabitaten



Der Brite Jerry Stone arbeitet als Moderator und Referent (Space Presenter) in Sachen Astronomie und Raumfahrt. Im internationalen Verein Space Renaissance International leitet er die Arbeitsgruppe zum Thema Weltraumhabitate. Er ist zudem Mitglied in zahlreichen astronomischen Vereinen. Jerry Stone besitzt die Eigenschaft, komplexe Sachverhalte klar verständlich zusammenzufassen und einem interessierten Publikum zu präsentieren.

**RC:** Können Sie uns über Ihre reichhaltige Arbeit als freiberuflicher Space Presenter berichten?

**Jerry Stone:** Ich präsentiere Raumfahrt im Vereinigten Königreich (UK). Ich halte Vorträge zu Astronomie und Weltraumforschung. Ich halte zudem Kurse zum Weltraum an Schulen. Wegen Covid-19 musste ich diese Tätigkeit an den Schulen unterbrechen, aber ich hoffe, damit bald wieder beginnen zu können. Wir bauen und starten Raketen dort, ohne jegliche Pyrotechnik, also ziemlich sicher. Wir bauen und testen Mars-Rover, bauen ein Modell der ISS, welches

anderthalb Meter misst. Es braucht zwei Stunden und ist ziemlich maßstabsgetreu. Ich biete noch viele weitere Kurse an, wie zum Beispiel das Weltraumüberlebenstraining. Unternehmen können mein Programm zum Team-Building nutzen.

Außerdem bin ich Autor von mehreren Sachbüchern. Ich werde auch regelmäßig im Fernsehen zu Astronomie und Weltraumforschung gefragt. Ich bin also ziemlich beschäftigt. Ferner bin ich Mitglied bei der British Interplanetary Society und der Royal Astronautical Society.

**RC:** Das ist beeindruckend. Wie schätzen Sie denn das allgemeine Interesse der Bevölkerung an solchen Themen ein?

**Jerry Stone:** Großbritannien war ursprünglich an der Entwicklung der Europa-Rakete beteiligt. Wir produzierten die erste Stufe. Aber schließlich wurde das Projekt wegen Problemen mit den anderen Stufen eingestellt. Die britische Regierung entschied, sich aus dem Programm zurückzuziehen und wir entwickelten

unseren Launcher Black Arrow. Mit diesem konnten wir erfolgreich unseren ersten eigenen Satelliten in den Orbit schießen. Das ist aber bereits 50 Jahre her. Dann wurde auch dieses Projekt eingestellt. Dadurch wurde das UK zum einzigen Land der Welt, das seine eigenen Raketenstartmöglichkeiten aufgab. Es verbreitete sich das Gerücht, dass dies an einem Berater lag, der dem damaligen Wissenschaftsminister einen Abbruch aufgrund mangelnder Rentabilität von Satelliten empfohlen hatte. Die offizielle Haltung der britischen Regierung war dann, keine bemannte Raumfahrt zu unterstützen.

Als sich dann Tim Peake bei der ESA erfolgreich um eine Astronautenstelle beworben hatte, hat die britische Regierung endlich ihre Politik geändert. Tim Peake zog ein großes Programm auf und bewarb die britische Raumfahrt. Einmal besuchte uns Peake zum Beispiel im Science Museum in London, wo ich damals arbeitete und dreitausend Schüler jubelten ihm zu.



Der erste kommerzielle Satellitenstart aus Großbritannien und Westeuropa scheiterte. Foto: Virgin Orbit

**RC:** *Die Regierung hat damals also wegen ökonomischer Gründe dieses Programm eingefroren?*

**Jerry Stone:** Das Programm hatte den Wissenserwerb zum Ziel. Es steckte kein kommerzielles Ziel dahinter. Bemannte Weltraumforschung bringt keinen Gewinn. Auf der anderen Seite erwirtschaftet kommerziell verfügbarer Weltraumtourismus, wie von Jeff Bezos, Richard Branson und anderen sicher Geld. Diese Art von Raumfahrt ist an Forschung eigentlich nicht interessiert. Der Flug mit dem Dragon-Raumschiff von Elon Musk bringt großen kommerziellen Nutzen. Sie fliegen nun zur Internationalen Raumstation. Musk arbeitet mit der NASA zusammen und verdient gutes Geld damit.

Bransons Virgin Galactic und die Tochterfirma Virgin Orbit schießen die Rakete in den Weltraum, indem sie umgebaute 747-Flugzeuge für den Transport nutzen. Diese Flüge sollen auch von UK aus starten, und zwar vom Spaceport Newquay im Südwesten von England. Leider misslang der erste Versuch am 10. Januar 2023. Die Rakete von Virgin Orbit scheiterte daran, in den vorgesehenen Orbit zu gelangen, wodurch die 9 staatlichen und kommerziellen Kleinsatelliten verlorengingen, die die Rakete in eine Umlaufbahn bringen sollte. Newquay ist einer von insgesamt 7 geplanten Space-Ports im Vereinigten Königreich. Ein Vertikalstart einer Rakete ist zum Ende des Jahres in Schottland mit der deutschen Firma Rocket Factory geplant. Das UK wird also endlich wieder eine Weltraumnation.

**RC:** *Bemerken Sie denn in den Schulen auch ein erhöhtes Interesse?*

**Jerry Stone:** Die wissenschaftliche Seite der Weltraumforschung erregt auch ein großes Interesse. Die Erkundung vom Mars durch die Rover – Curiosity, Spirit, Opportunity und nun Perseverance – all diese Missionen begeistern Schüler. Ich habe als Mission Supporter meinen Namen auf diesen Raumfahrzeugen anbringen lassen. Ich erzähle den Schülern, dass

mein Name auf dem Mars zu finden ist. Auf dem neuesten Rover Perseverance habe ich auch meine Enkelin vermerken lassen. Ich schickte ihr eine Kopie des Zertifikats und sagte ihr, dieses könne sie ihren Lehrern zeigen. Erzähle ihnen, dass dein Name auf dem Mars zu finden ist.

**RC:** *Eine schöne Sache. Das erinnert mich auch an das „Art goes to Mars“-Projekt der Berliner Künstlerin Sabine Heinz, die Künstler und Autorinnen einlädt, ihre Kunst und Werke auf den Mars zu schicken, indem sie einen Scan auf einem gemeinsamen USB-Stick mitgeben.*

**Jerry Stone:** Die Bevölkerung muss beteiligt werden. Das finde ich sehr wichtig, auch wenn die Menschen nicht direkt entscheiden können, wofür ihr Steuergeld eingesetzt wird, ist es gut zu sagen: Wow, das ist aufregend! Besonders hinsichtlich der Mondflüge werde ich häufig gefragt: „Warum fliegen wir zum Mond?“ Wir wissen natürlich, dass Apollo politische Gründe hatte. Das war sehr schade.

Wir hätten das X-15-Raketenprogramm, ein raketentriebenes Experimentalflugzeug, ausweiten sollen. Hätten wir diesen Weg weiter beschritten, hätten wir Komponenten in den Orbit bringen können, um dort eine Raumstation aufzubauen. Danach hätten wir die Module zur Station gebracht, die uns von dort weiter zum Mond oder zum Mars oder sonst wohin gebracht hätten. Das wäre eine logische Entwicklung gewesen. Stattdessen haben wir einen anderen Weg gewählt. Und nun wiederholt Artemis im Grunde das, was Apollo bereits versucht hatte.

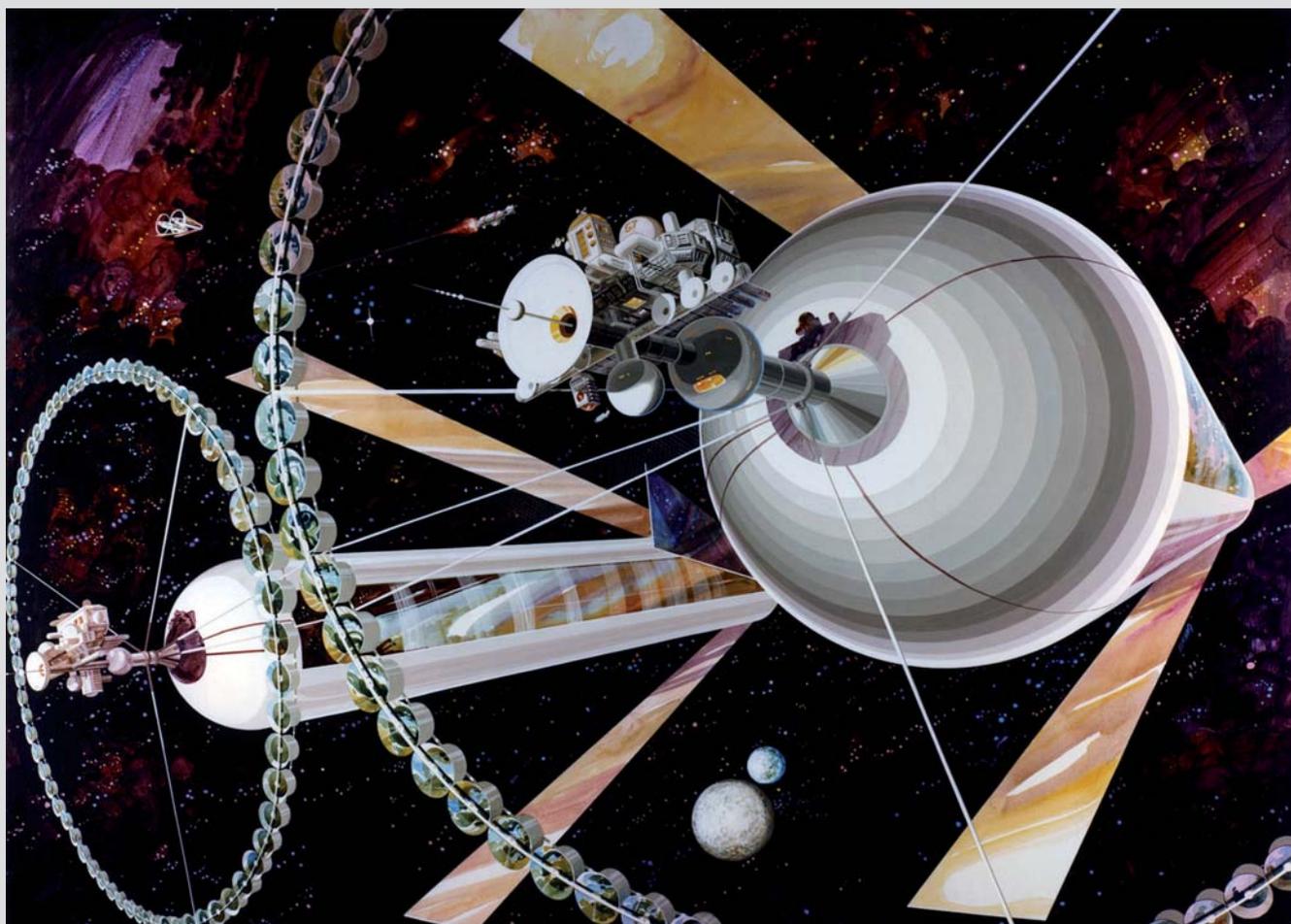
**RC:** *Es ist etwas schwer vorstellbar, warum wir nicht bereits in den sechziger Jahren einen nachhaltigeren Weg zur Mondforschung und vielleicht sogar Mondbesiedelung gewählt haben?*

**Jerry Stone:** Russland hat damals so viel erreicht, dass Amerika in Panik geriet und der Welt zeigen wollte, dass sie technologisch in der Lage

sind, den Mond zu erreichen. Sie konnten das nicht in einem 25-Jahres-Programm umsetzen. Das wäre ein zu langer Zeitraum gewesen. Die Ingenieure mussten das in kürzerer Zeit schaffen. Dafür wurde Apollo geschaffen. Zu diesem Thema möchte ich gerne den Lehrer aus dem Film „Club der toten Dichter“ zitieren. Er spricht über verschiedene Themen und macht die Anmerkung: „Diese Dinge sind alle sehr wichtig, aber nur die englische Sprache und die Dichtung machen all diese anderen Dinge lebenswert. Dafür leben wir und dafür bleiben wir am Leben.“ Darauf entgegne ich: „Ja, aber Ingenieurstechnologie und die Naturwissenschaften erlauben uns, am Leben zu bleiben. Aber nicht nur das, sondern auch um in der Zukunft fortbestehen zu können. Wir brauchen die Wissenschaften und Ingenieurstechnologie, um uns fortzuentwickeln.“

Das Weltraumprogramm ist das beste Beispiel dafür. Wir haben von diesem Programm so viel lernen können. Die ursprünglichen Ziele, Menschen auf den Mond zu schicken, um mehr über unseren Nachbarn im Weltraum zu erfahren. Aber John F. Kennedy hat das noch weiter gefasst. Er sagte: „Wir werden eine Rakete zum Mond schicken, die 300 Fuß hoch sein wird, versehen mit der Präzision einer Uhr, die Temperaturen und Druckverhältnisse erfahren wird, die größer als alle in unserer Vergangenheit sein werden, sie wird aus Legierungen bestehen, die wir noch nicht mal erfunden haben“. Wir erfanden auch die entsprechenden Technologien, um all das umsetzen zu können.

Wir haben so viel von diesen Entwicklungen gelernt. Die Ergebnisse waren große Sprünge in der Konstruktion und der Programmierung, vor allem in den Computerwissenschaften. Die Rechenleistung ging in den sechziger Jahren rasant nach oben. All das wurde gemacht, um das Ziel zu erreichen. Wir waren mutig, wagemutig und entschieden uns, eine Viertelmillion Meilen im Weltraum



Zylinder-Habitat nach Rick Guidice - zwei von ihnen drehen sich gegenläufig, um das Drehmoment zu eliminieren. Die Zylinder können einen Durchmesser von mehr als 6 km haben und über 30 km lang sein sowie Millionen von Menschen beherbergen.

hinter uns zu bringen und auf der Oberfläche einer anderen Welt zu landen. Eine Wahnsinnsleistung.

**RC:** Wenn die Menschheit in den Weltraum aufbricht, müssen wir die



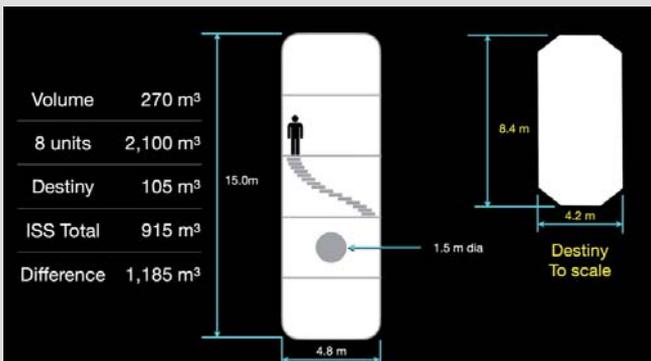
Gerard K. O'Neill.

besten Optionen wählen, um in einer feindlichen Umgebung zu überleben. Sie beschäftigen sich selbst mit simulierter Gravitation und wie man am besten im Weltraum überlebt. Wollen Sie hierzu noch ein bisschen erzählen?

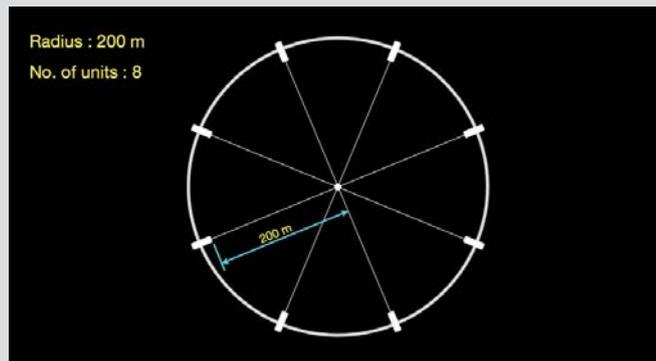
**Jerry Stone:** Ein spezielles Interesse von mir ist das Weltraumhabitat, das auf den ursprünglichen Ideen von Gerard K. O'Neill basiert. Er war Professor in Princeton. Damals in den siebziger Jahren veröffentlichte er seine Thesen zum Leben im Weltraum. Er stellte seinen Studenten mehrere Fragen. Eigentlich sollten es eine ganze Reihe von Fragen werden, bevor sie mit der Entwicklung einer Lebensvorrichtung im Weltall begannen. Letztendlich blieb es bei einer Frage. Sie lautete: „Ist eine Planetenoberfläche der beste Ort, um eine technologische Zivilisation auszubauen?“ Sie forschten zu diesem Thema und kamen zum Schluss: „Nein!“ Nicht auf einer Planetenoberfläche, also nicht auf der Erde, nicht auf dem

Mond oder dem Mars. Sie schlugen ein Habitat im Weltraum vor. Als Ort gaben sie den Lagrange-Punkt Nummer 5 an. Dieser Punkt bildet ein natürliches Dreieck mit der Erde und dem Mond. Man könnte dort Sonnenlicht in Elektrizität umwandeln, die Sonnenhitze bündeln und eine Temperatur von 5.000 Grad Celsius erreichen. Damit könnten wir fast jedes Material schmelzen. Die Studenten entwickelten verschiedene Designs. Eines baute sich auf einer Kugel auf, die zehntausend Menschen im Innern aufnehmen kann. Sie würden viele Einrichtungen dort haben, Landwirtschaft betreiben und ihre eigene Nahrung anbauen. Es würden sich auch Fabriken dort befinden.

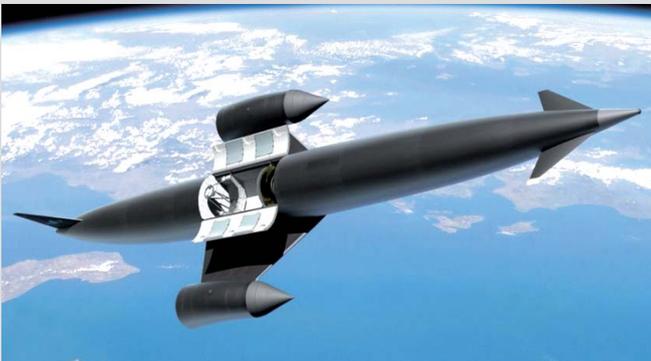
Ein anderes Design war ein Torus, eine Ringform, die auch zehntausend Menschen aufnehmen könnte. Oder Zwillingezylinder, die bis zu einer Million Menschen beherbergen könnten. Diese Zylinder müssten sich dre-



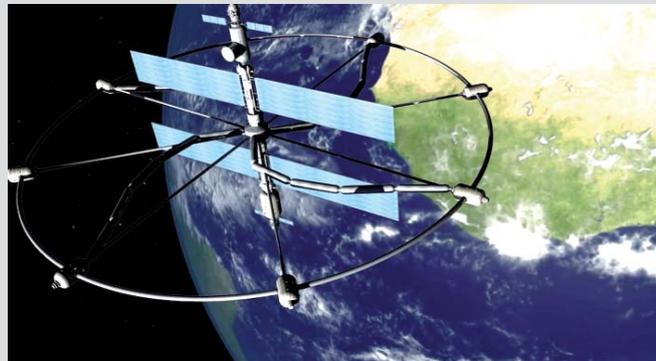
Aufgeblasenes One-Modul mit acht Einheiten und einer Vielzahl von Stockwerken. Statt einer Leiter wird an den Wänden eine Art kreisförmige Gangway angebracht. Der graue Kreis zeigt die Position der Sicherheitsröhre, die alle Module miteinander verbindet. Zum Vergleich das ISS-Destiny-Modul im gleichen Maßstab.



Habitat mit 8 Modulen, die zentrifugal rotieren und von einem Ring umschlossen werden (Sicherheitsröhre). Zusätzliche Module können parallel zu bereits existierenden Modulen, bzw. näher an der zentralen Nabe (höhere Schwerkraft) oder weiter weg (geringere Schwerkraft) platziert werden. Hier könnte Forschung zur Wirkung verschiedener Gravitationsgrade durchgeführt werden. Dazu gibt es heute noch keine Forschung im Weltraum.



Vier der aufgeblasenen One-Module (4,8 m Durchmesser, 15 m Länge) können gefaltet im Laderaum einer Skylon transportiert werden. Grafiken: Autor



Darstellung eines Habitats mit 8 Modulen in der Erdumlaufbahn, von Adam Manning.

hen, um die Schwerkraft zu simulieren. Die Kugelform war in zwei Aspekten bewusst begrenzt: Sie durfte nicht mehr als Apollo kosten und sie müssten mit der damaligen Technologie realisierbar sein, so dass niemand sagen konnte: Dies oder das haben wir noch gar nicht erfunden. Vor ein paar Jahren dachte ich mir: Es sind nun schon 50 Jahre seit diesem ersten Projektentwurf vergangen. Wir haben uns technologisch auf vielfältige Weise fortentwickelt. Wir haben neue Materialien geschaffen, die es damals noch nicht gab, alle möglichen Dinge. Und unsere Computerfähigkeiten sind so vorangeschritten, dass wir nicht mehr zweitausend Menschen brauchen, um diese Habitate zu konstruieren. Eine wichtige Frage kam auf: brauchen wir wirklich 1G? Oder gehen auch 0,9G oder 0,8G? Was passiert mit unserem Skelett, Stoffwechsel und Blutkreislauf, wenn wir längere Zeit mit weniger als 1G

leben? Die Bewohner würden größer werden. Wir würden also höhere Decken und Türeingänge in den Gebäuden brauchen. Das müssten wir beim Entwurf berücksichtigen. Aber die Bewohner des Weltraumhabitats würden auch länger leben. Ab welchem Grad wird die Reduktion der Schwerkraft unter 1G schädlich für den Menschen werden? Die ehrliche Antwort darauf ist: Wir wissen es nicht, weil wir es noch niemals versucht haben. Keiner von uns lebte im Weltraum unter niedriger Gravitation. Dies müssten wir also erstmal in Angriff nehmen. Unsere Arbeitsgruppe schlug aufblasbare Einheiten vor, die später zusammengesetzt werden, um die Kosten niedrig zu halten. Wir gingen ursprünglich davon aus, dass sie einen Ring bilden, ein Weltraumrad. Um das zu erreichen, müssen sie sich sehr schnell bewegen, um eine Schwerkraft zu erreichen oder einen sehr

großen Ring bauen, der sich dann langsam bewegt, um Schwerkraft zu simulieren. Stattdessen kamen wir aber zum Schluss, nur ein paar Module mit speziellen Trageseilen an einem zentralen Punkt zu befestigen. Wir könnten medizinische Daten von den Menschen sammeln, die dort in niedriger Schwerkraft lebten und diese statistischen Angaben nutzen, um die Haupthabitate zu entwickeln.

**RC:** Nun, das sind ambitionierte Ideen, Mister Stone. Vielleicht können Sie das eine oder andere in naher Zukunft umsetzen. Zunächst aber herzlichen Dank für Ihr ausführliches Interview.

**Jerry Stone:** Gerne.

Die Fragen stellte Dominik Irtenkauf.  
<https://www.facebook.com/jerry.stone.9828/>



Mehrere europäische Start-ups wetteifern mit ihren Raketen um den ersten Start ins All: oben v.l.n.r.: RFA-One von Rocket-Factory Augsburg, Spectrum von Isar Aerospace, S1 von High Impulse. Unten v.l.n.r.: Skyrora XL von Skyrora, Orbex Prime, Miura von PLD-Space, Latitude Zephyr. Fotos: jeweilige Unternehmen.

# Weltweite Ambitionen für Satellitenträger (4)

## Die großen Kleinen (Teil 1)

Von Eugen Reichl

### Fehlschläge en masse

Reden wir nicht lange um den heißen Brei herum: sämtliche Fehlstarts des Jahres 2022 gingen auf das Konto der Kleinträger. Neben dem Verlust der Vega C verzeichnete auch die Astra 3.3 bei ihrem ersten und dritten Flug jeweils Misserfolge. Der dritte Einsatz der Hyperbola 1 schlug fehl, der Erstflug der indischen SSLV ebenso, genauso wie der sechste Start der japanischen Epsilon sowie der Erstflug der chinesischen Zhuque 2.

Auch der US-Kleinträger Alpha erzielte bei seinem zweiten Testflug (der erste war bereits vor einem Jahr gescheitert) nur einen so niedrigen Orbit, dass er unter normalen kommerziellen Einsatzbedingungen ebenfalls als Fehlschlag gewertet worden wäre.

Das Jahr 2023 begann so schlecht, wie das Jahr 2022 geendet hatte. Am 9. Januar scheiterte der vom Marketing von Virgin Orbit bis ins unerträgliche gehypte Start eines Launcher One wegen einer bislang noch nicht geklärten Unterfunktion der zweiten Stufe. Die neun Satelliten an Bord waren ebenso ein Totalverlust wie die Rakete selbst.

Tags darauf explodierte die RS-1 von ABL nur wenige hundert Meter über der Startrampe in Kodiak Island, nachdem sich wenige Sekunden nach dem Liftoff alle neun Triebwerke abgeschaltet hatten. Die Rakete mit ihren noch komplett vollen Tanks fiel auf die Startanlage zurück und legte sie in Schutt und Asche.

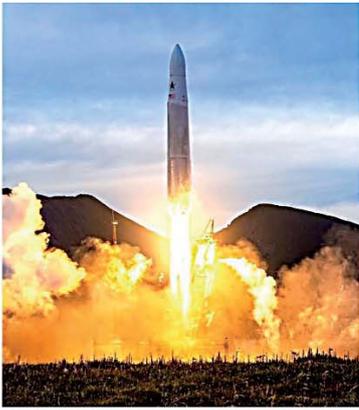
### Und wieder Elon

Doch es ist nicht nur die Unzuverlässigkeit dieser Gattung von Orbitalraketen. Auch neuere Entwicklungen setzen ihnen zu. Es gab eine Zeit, sie liegt noch keine fünf Jahre zurück, da schienen goldene Zeiten für die Mini- und Mikroträger anzubrechen. Doch dann kam Elon Musk auf die Idee mit den Ridesharing-Flügen. Und seither wissen Satellitenhersteller und -betreiber: Es ist ausnahmslos immer billiger, wenn sich viele Nutzlasten eine große Trägerrakete teilen, als wenn einzelne oder bestenfalls einige wenige Kleinsatelliten zusammen mit einem eigenen Träger starten, und sei er noch so klein. Man könnte das mit Bussen und Taxis vergleichen. Ein Taxi wird für

den einzelnen Fahrgast immer teurer sein als ein Bus.

Musk hat das Angebot für Mikrosatelliten und CubeSats perfektioniert. Diese Zwergraumfahrzeuge sind meist Technologiedemonstratoren, studentische Experimente, Universitätssatelliten, institutionelle Technologiedemonstratoren, Satelliten für Weltraumbestattungen, kleine Forschungseinheiten und CubeSat-Konstellationen. Der durchschnittliche Rideshare-Kunde wiegt nur um die 10-15 Kilogramm. In seltenen Fällen sind es einige hundert Kilogramm. Viele der Entwickler und Betreiber dieser Nano- und Mikrosatelliten hätten sich früher einen Orbitalstart nicht leisten können. Erst die Ridesharing-Angebote machten Raumfahrt für eine große Anzahl von Anwendern möglich.

Das Prinzip von SpaceX sieht so aus: Das Unternehmen startet (derzeit) viermal im Jahr eine sogenannte „Transporter-Mission“. Das geschieht in der Regel zu Beginn eines Quartals. Meist sind 100 und mehr Kleinsatelliten an Bord der leistungsfähigen Falcon 9-Trägerraketen. Wer es



Oben v.l.n.r.: Astra 3C, Zhuque 2 CR, Explosion Alpha CR  
 Unten v.l.n.r.: Epsilon, Hyperbola 1 und Vega  
 Fotos: Archiv, Michael Baylor, S. Martin / ESA / CNES / Arianespace.



nicht zu einem bestimmten Starttermin schafft: Egal. In drei Monaten startet der nächste Transporter. Die bislang letzte Mission war die von Transporter 6 am 3. Januar 2023. 114 Satelliten waren an Bord.

Ridesharing-Missionen bietet auch die indische Raumfahrtagentur ISRO mit ihren PSLV-Launchern an. Jeff Bezos mit seiner New Glenn Rakete will es – sobald sein Träger fliegt – ebenfalls ins Programm nehmen.

Um diese Ridesharing-Nutzlasten, ihre Vermarktung und technische Betreuung hat sich in den letzten Jahren ein lebhafter kleiner Markt entwickelt. Immer weniger Entwickler, Hersteller und Betreiber verhandeln noch direkt mit den Startdienstleistern. Inzwischen werden die meisten dieser Ridesharing-Nutzlasten von sogenannten "Integratoren" betreut. Sie kaufen bei SpaceX „Ports" am Nutzlastadapter und sorgen dann dafür, dass die Satelliten ihrer Kunden entweder von diesem Port aus direkt oder aber immer häufiger mittels eines „Deployers" oder „Space Tug", der mehrere Satelliten aufnimmt, abgesetzt werden.

Die Integratoren kümmern sich auch um die Verhandlungen mit den Raketenbetreibern und das Einholen der Genehmigungen. Kurzum: Sie bieten einen Komplettservice. Die Nutzlastentwickler und -betreiber müssen nur noch ihre Satelliten anliefern und sich um sonst nichts weiter kümmern.

### Tot bevor geboren?

Brauchen wir also gar keine Kleinträger mehr? Ist das Geschäft damit womöglich schon tot, noch bevor es richtig begonnen hat? So einfach ist es nicht. Denn, um unsere Metapher von vorhin noch einmal zu bemühen: Im realen Leben haben sowohl Busse als auch Taxis ihre Existenzberechtigung. Um diese neue Gemengelage aus Ridesharing-Flügen, aus dem Entstehen von Integrations-Unternehmen als Dienstleister für die Kleinsatellitenanbieter und aus den Herstellern und Betreibern von Klein-Orbitalraketen hat sich in den letzten Jahren ein ganz eigenes Raumfahrt-Ökosystem entwickelt.

Gehen wir auch noch auf die Definition der Größenklasse dieser

Träger ein. Die Mikro-Launcher haben eine typische Nutzlastkapazität von etwa 300 – 500 Kilogramm für die niedrige Erdumlaufbahn, meist nur LEO genannt, was für Low Earth Orbit steht. Das entspricht etwa 150 – 250 Kilogramm in den polaren sonnensynchronen Orbit, eine der am häufigsten gewählten Umlaufbahnen. Der wird meist nur als SSO bezeichnet, für Sun Synchronous Orbit. Die Mini-Launcher sind in der Lage, etwa 1.000 Kilogramm in den LEO zu bringen oder etwa 600 Kilogramm in den SSO.

Die nächste Kategorie über den Mini-Launchern ist die der Kleinträger, die bis etwa 2.500 Kilogramm Nutzlastgewicht für den LEO reicht. Noch einmal darüber beginnt die untere Mittelklasse. Startgeräte mit Nutzlasten unter 300 Kilogramm in den LEO nennt man Nano-Launcher. Die Grenzen sind aber fließend. Sie werden die Definitionen auch schon mal geringfügig anders lesen können. Klein, das ist natürlich relativ. In der Praxis sind diese Raketen zwischen 17 und 30 Meter lang, weisen einen



Saxavord auf den schottischen Shetlands ist ein begehrter Startplatz für die europäischen Kleinträger. Foto: SaxaVord Spaceport

Durchmesser von bis zu 2,2 Metern auf und wiegen durchaus auch schon mal 50 Tonnen.

### Europäische Kleinträger

Sehen wir uns nun an, was die europäische Szene auf dem Gebiet dieser Mikro- und Mini-Trägerraketen bietet. Da sieht es, nach einer gewissen Anfangs-Euphorie, inzwischen nicht mehr ganz so rosig aus. Was daran liegt, dass bei den Unternehmen die Termine für die Erstflüge näher rücken. Und das konfrontiert sie mit der harten Realität.

In Europa gibt es derzeit zwölf ernsthafteste Vorhaben, die sich in unterschiedlichen, aber meist schon recht fortgeschrittenen Stadien der Hardware-Entwicklung befinden. Allerdings bewegen sich Startdaten für ihre Erstflüge Monat für Monat weiter nach rechts auf der Zeitleiste. Aus der Sicht des Jahres 2020 wollten die meisten von ihnen 2022 ihre Jungfernflüge bereits absolviert haben, doch das einzige Unternehmen, das tatsächlich im vergangenen Jahr so etwas Ähnliches wie einen Versuchstart wagte, und auch den nur subor-

ditäl, war Skyrorra mit ihrer Skylark L. Das Ergebnis war deprimierend. Mit einer Modellrakete aus dem Bastelshop hätte man problemlos das gleiche Resultat erzielen können. Die Rakete bewegte sich unmittelbar nach dem Abheben in einer bogenförmigen Bahn in Richtung Meer, wo sie nach wenigen Flugsekunden etwa 500 Meter von der Startrampe entfernt einschlug.

Sehen wir uns von diesem Dutzend die acht erfolgversprechendsten europäischen Mikro- und Miniträger an. Geordnet nach ihrer Leistungsfähigkeit.

**Latitude „Zephyr“**, Frankreich (nicht zu verwechseln mit dem ZepHyR-Projekt der TU Bremen).

Zweistufig, jeweils mit flüssigem Sauerstoff und Kerosin.

Länge: 17 m, Durchmesser: 1,2 m. Nutzlastkapazität (LEO): 100 kg, sonnensynchron (SSO): 50-70 kg.

Erstflug: 2024, Flugkadenz: 50 Starts pro Jahr.

Die „Zephyr“ passt nicht einmal mehr in die Kategorie als Mikro-Träger, sondern liegt – als Nano-Launcher –

noch einmal eine Klasse drunter. Die Rakete soll entweder vom Saxavord-Spaceport auf der Insel Unst, die zu den Shetlands gehört (es ist die nördlichste bewohnte Insel des Vereinigten Königreiches Großbritannien) oder von Kourou aus starten.

**Orbex Prime**, England.

Zweistufig, flüssiger Sauerstoff und Bio-Propan. Länge: 19 m, Durchmesser: 1,45 m. Nutzlastkapazität (LEO): 150 kg, sonnensynchron (SSO): 90-100 kg.

Erstflug: 2023, Flugkadenz: 12 Starts pro Jahr. Die erste Stufe soll wiederverwendbar sein.

**Skyrorra XL** von Skyrorra, Großbritannien.

Zweistufig, Wasserstoffperoxid und Ecosene (das ist aus Müll gewonnenes Kerosin). Länge: 22,7 m, Durchmesser: 2,2 m. Nutzlastkapazität (LEO): 315 kg, sonnensynchron (SSO): 180 kg.

Erstflug: 2023, Flugkadenz: 16 Starts pro Jahr. Die erste Stufe soll wiederverwendbar sein.

*RC stellte dieses Unternehmen in Heft 122 vor.*

**SL 1** (für Small Launcher 1) von High Impulse aus Neuenstadt am Kocher. Sie wird mit erheblicher DLR-Unterstützung entwickelt.

Zweistufig, flüssiger Sauerstoff und Paraffin. Länge: 27 m, Durchmesser: 2,2 m. Nutzlastkapazität (LEO): 500 kg.

Erstflug: 2024 von Saxavord aus, Flugkadenz: 50 Starts pro Jahr.

Eine Wiederverwendbarkeit der ersten Stufe wird für spätere Missionen angestrebt. Allerdings erst nach einer Reihe von Einsätzen.

**Maia** von MaiaSpace, einer Ausgründung der Ariane Group. Ein französisch-deutsches Unternehmen.

Nutzlastkapazität (LEO): 500 kg, sonnensynchron (SSO): 300 kg.

Erstflug: 2025.

Vieles an der Rakete ist noch unbekannt. Auch sie soll mittelfristig wiederverwendbar ausgelegt sein. Über Startkadenzen gibt es noch keine Zahlen. Als Treibstoff ist die Kombination flüssiger Sauerstoff und Methan vorgesehen.

**Miura 5** von PLD-Space, Spanien. Zweistufig, flüssiger Sauerstoff und Paraffin. Länge: 34 m, Durchmesser: 2 m. Die Rakete ist in der Basisversion zweistufig, kann aber auch für hohe Erdumlaufbahnen oder Fluchtbahnen dreistufig konfiguriert werden. Nutzlastkapazität (LEO): 500 kg. Erstflug der Orbitalversion (es gibt auch ein suborbitales Testfahrzeug): 2024, Flugkadenz: 14 Starts pro Jahr. Nutzlastkapazität sonnensynchron (SSO): 540 kg. Erstflug: 2025. Die erste Stufe soll wiederverwendbar sein.

**Spectrum** von Isar Aerospace in Ottobrunn. Zweistufig, flüssiger Sauerstoff und Propan. Länge: 28 m, Durchmesser: 2,2 m. Nutzlastkapazität (LEO): 1.000 kg, sonnensynchron (SSO): 700 kg.

Erstflug: 2023 von Saxavord aus, Flugkadenz: 30-40 Starts pro Jahr. Wiederverwendbarkeit der ersten Stufe ist für spätere Missionen geplant.

**RFA-One** von Rocket-Factory Augsburg. Zwei- oder dreistufig, flüssiger Sauerstoff und Kerosin. Länge: 30 m, Durchmesser: 2 m. Nutzlastkapazität (LEO): 1.300 kg. Erstflug: 2023 von Saxavord aus. RFA-One ist der größte der geplanten europäischen Mikro- und Nanoträger. *Aktuelle Meldung siehe unten.*

Machen wir uns nichts vor, die gerade genannten, meist ohnehin schon mehrfach revidierten Starttermine werden erneut nicht gehalten werden. Eigentlich wäre es schon fast ein Wunder, wenn auch nur einer von

ihnen in diesem Jahr den Orbit erklimmt. Und ob auch nur einer der hier genannten Träger jemals die für einen gesunden Geschäftsplan notwendige Startkadenz erreicht, ist ebenfalls sehr fraglich.

Der Vollständigkeit halber seien hier auch noch die Namen der vier anderen europäischen Kleinträgerentwicklungen genannt. Sie sind derzeit nur den Spezialisten bekannt. Immerhin sind auch sie seriöse Mitwettbewerber und haben alle auch schon institutionelle Fördergelder erhalten. Es sind dies HyPrSpace aus Frankreich, SmallSpark Space Systems aus England, Siderius Space Dynamics aus Italien und Pangea Aerospace aus Spanien.

*Fortsetzung in der nächsten Ausgabe.*

## Exklusiver Startplatz für RFA



Jörn Spurmann, Chief Commercial Officer bei RFA (links) und Frank Strang, CEO von SaxaVord Spaceport. Foto: RFA

Der Raketenbauer Rocket Factory Augsburg AG (RFA) wird exklusiven Zugang zum Startplatz „Fredo“ auf dem SaxaVord Spaceport bekommen. Das bedeutet dass der erste Start der RFA ONE-Rakete - derzeit für Ende 2023 geplant - vom nördlichsten Punkt Großbritanniens aus erfolgen wird. Mit der mehrjährigen Partnerschaft, die Investitionen im zweistelligen Millionenbereich (£) umfasst, sichert sich RFA seinen ersten Startplatz, um seine Dienstleistungen individuell und flexibel nach Kundenwünschen anbieten zu können.

### Bundesregierung kauft jeweils 150 kg für die ersten beiden Flüge von RFA ONE

Nach dem Gewinn des DLR-Mikro-launcherwettbewerbs im April 2022 erhielt RFA ein Preisgeld von 11 Millionen Euro und konnte die Bundes-

regierung als Ankerkunde für die ersten beiden Flüge gewinnen. Satellitenhersteller, Forschungsinstitute und Start-ups wurden daraufhin eingeladen, sich über eine DLR-Ausschreibung für diese Flüge zu bewerben. Eine Jury wählte im Dezember die sieben Missionen/ Gewinner für den ersten Start der RFA ONE aus, der in eine sonnensynchrone Umlaufbahn in 500 km Höhe fliegen wird.

Im Einzelnen sind dies die deutschen Missionen AilBertEinStein (TU München), Curium Two (PTS - Planetare Transportsysteme), ERMINAZ (AMSAT-Deutschland e.V.), PCIOD (DCUBED) und SpaceDREAM (Kinetik Space) sowie die beiden italienischen Flüge ARTICA und Separation Ring-Mission (SPACEMIND).

Die Bewerbungsfrist für den zweiten RFA-Start läuft im April 2023 ab.



Der zukünftige Orbital Accelerator für Satellitenstarts. Er besitzt einen Durchmesser von 100 Metern. Foto: SpinLaunch

# Mit dem Schwungrad ins All

Von Dr. Ralf Bülow

**Alternative Ideen gibt es auch in der Raumfahrt. Viele davon kommen aus den USA. Dazu gehört der Suborbital Accelerator der Firma SpinLaunch. Die Idee der Schwungräder geht allerdings schon auf das frühe 19. Jahrhundert zurück.**

Seit Hunderten von Jahren werden mit Raketen Objekte in die Luft oder auf irdische Ziele gelenkt. Der französische Literat Cyrano de Bergerac (1619-1655) beschrieb Feuerwerksraketen, die ein Gefährt mit einer Person in den Weltraum hoben. Im 20. Jahrhundert entstand die moderne Raketentechnik. Sie brachte Satelliten, Raumkapseln und Space Shuttles in Bahnen um die Erde und ein Dutzend Menschen auf die Oberfläche des Mondes.

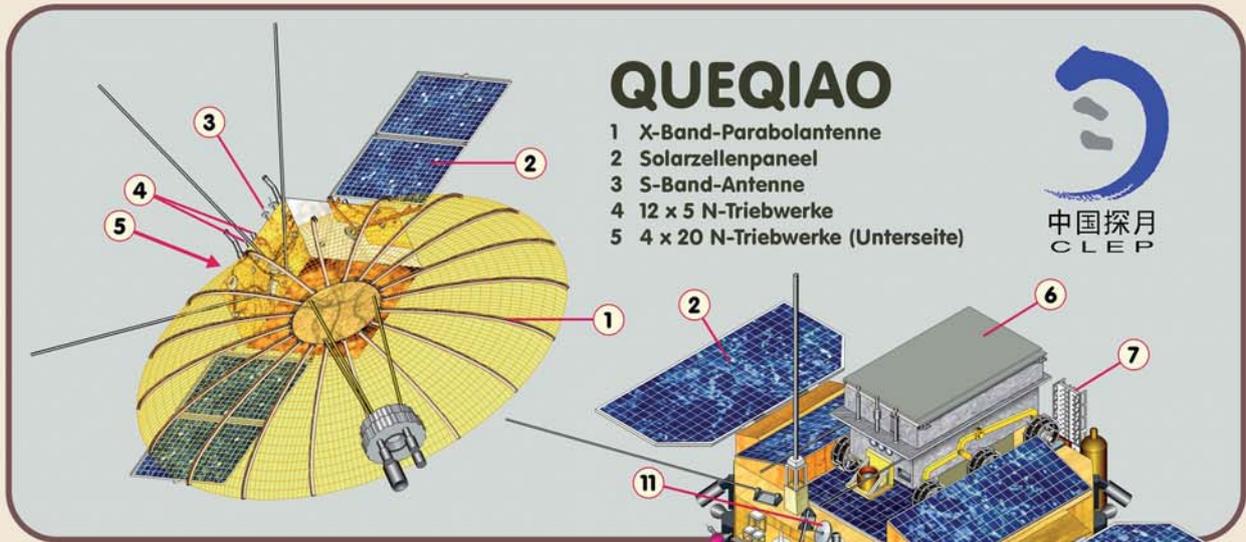
Neben Raketen gibt es in der Science-Fiction und in der realen Technik Ideen für eine alternative Raumfahrt. Ein Beispiel ist der geostationäre Weltraumlift, der wohl noch lange ein Traum bleiben wird. Die von Jules

Verne erdachte Weltraumkanone finden wir dagegen in den 1960er Jahren in den Geschützen des HARP-Projekts wieder. Es ging auf den kanadischen Ingenieur Gerald Bull zurück; die abgefeuerten Projektile kamen bis auf Höhen von 179 Kilometer. Bekannt sind ebenso Katapulte verschiedener Art. Der von Eugen Sänger in den 1930er Jahren entworfene „Silbervogel“ sollte mit einem Raketen-schlitten starten und in die Hochatmosphäre aufsteigen. Ähnlich funktionierte der „Hopper“, ein ESA-Projekt aus den Neunzigern für einen unbemannten und wiederverwendbaren Satellitenträger. In beiden Fällen ersetzte das Katapult die erste Raketenstufe. In den USA entstanden derweil viele Konzepte für elektromagnetische „Rail Guns“ und „Mass Launchers“, nicht nur für die Erde, sondern auch für Installationen auf dem Mond.

Die jüngste alternative Raumfahrt-technik ist das SpinLaunch-System. Es stammt von der 2014 in Kalifornien

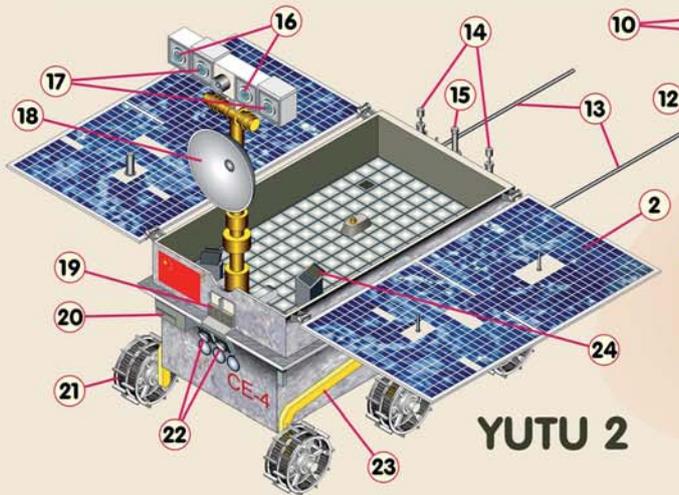
gegründeten Firma gleichen Namens. Über ihren Gründer Jonathan Yaney wissen wir wenig, die SpinLaunch-Zentrale sitzt in Long Beach bei Los Angeles, und sie sammelte bei Sponsoren schon 150 Millionen Dollar für ihre Anlagen ein. Im Spaceport America, dem noch wenig genutzten Raumflughafen im US-Bundesstaat New Mexico, entstand ein „Suborbital Accelerator“. Dieser Beschleuniger hat eine Höhe von rund 50 Metern und eine entfernte Ähnlichkeit zu einer Trillerpfeife, wobei das Austrittsrohr – das Mundstück der Pfeife – nach oben weist. Im Hauptteil befindet sich ein von Elektromotoren angetriebener drehbarer Arm, der aus Kohlefasern besteht und eine Last hält. Vor einem Start wird der Beschleuniger luftleer gepumpt, und in dem entstandenen Vakuum rotiert der Arm. Nehmen wir an, er schafft fünf Rotationen pro Sekunde. Über den Daumen gepeilt erhält dann die Last eine Geschwindigkeit von 1.800 Stundenkilometern, bei zehn Rota-

# EREIGNIS WELTRAUM



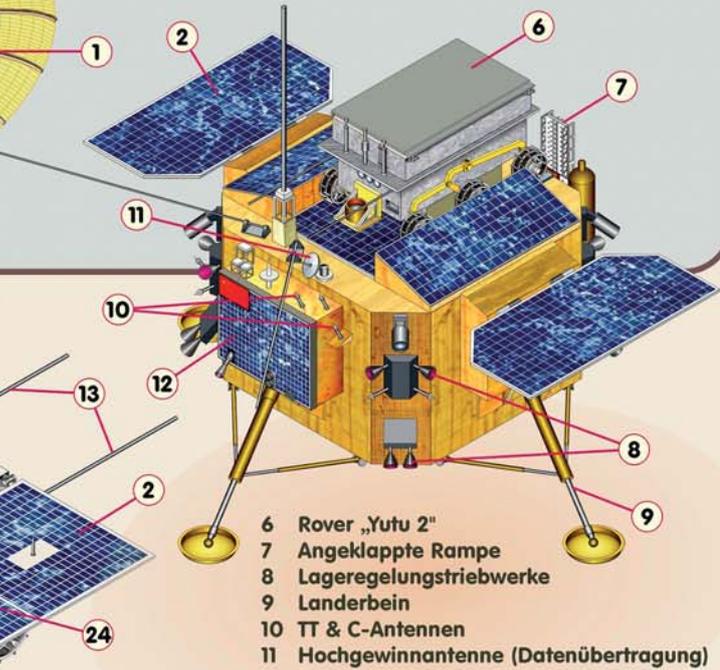
## QUEQIAO

- 1 X-Band-Parabolantenne
- 2 Solarzellenpaneel
- 3 S-Band-Antenne
- 4 12 x 5 N-Triebwerke
- 5 4 x 20 N-Triebwerke (Unterseite)

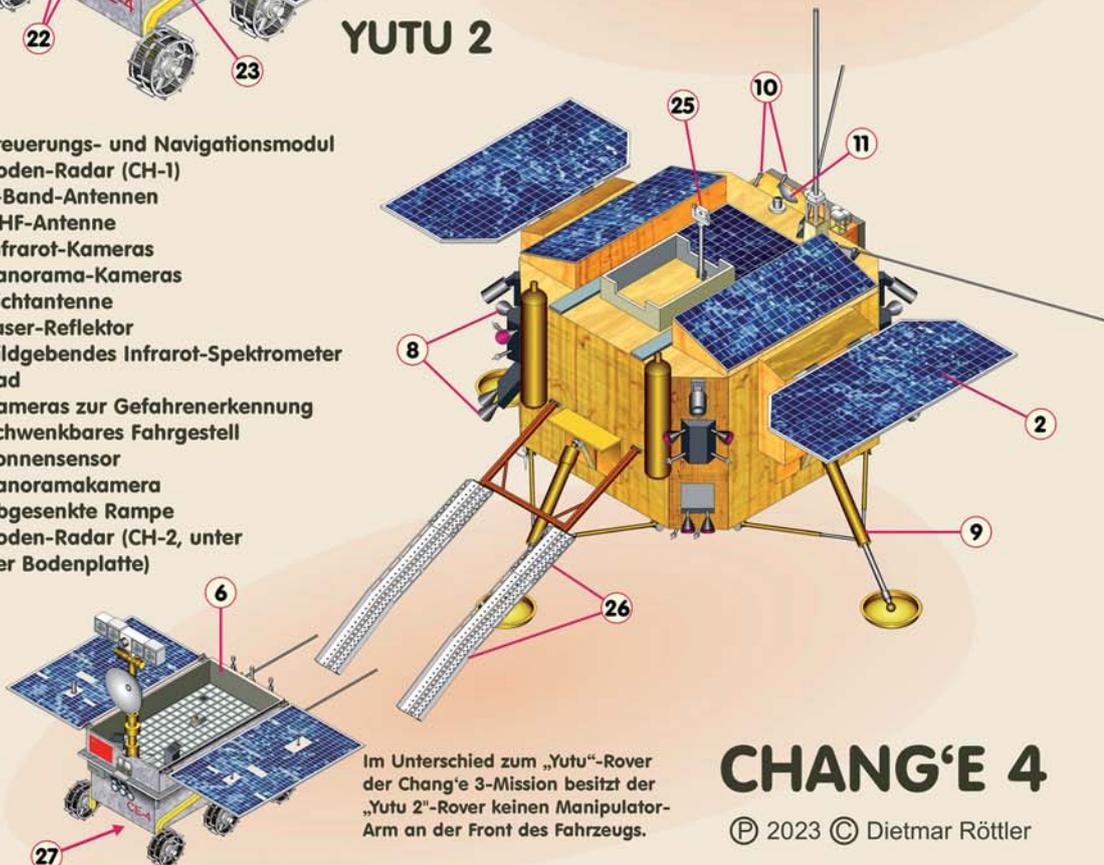


## YUTU 2

- 12 Steuerungs- und Navigationsmodul
- 13 Boden-Radar (CH-1)
- 14 X-Band-Antennen
- 15 UHF-Antenne
- 16 Infrarot-Kameras
- 17 Panorama-Kameras
- 18 Richtantenne
- 19 Laser-Reflektor
- 20 Bildgebendes Infrarot-Spektrometer
- 21 Rad
- 22 Kameras zur Gefahrenerkennung
- 23 Schwenkbares Fahrgestell
- 24 Sonnensensor
- 25 Panoramakamera
- 26 Abgesenkte Rampe
- 27 Boden-Radar (CH-2, unter der Bodenplatte)



- 6 Rover „Yutu 2“
- 7 Angeklappte Rampe
- 8 Lageregelungstriebwerke
- 9 Landerbein
- 10 TT & C-Antennen
- 11 Hochgewinnantenne (Datenübertragung)



## CHANG'E 4

Im Unterschied zum „Yutu“-Rover der Chang'e 3-Mission besitzt der „Yutu 2“-Rover keinen Manipulator-Arm an der Front des Fahrzeugs.

© 2023 © Dietmar Röttler

# EREIGNIS WELTRAUM/ QUEQIAO & CHANG'E 4/YUTU 2-ROVER

## HISTORIE

Im Vorfeld der sehr ambitionierten Mission von Chang'e 4, mit einer Landung auf der Mondrückseite, war es notwendig, einen Relais-Satelliten auf eine Bahn zu bringen. Somit konnte die chinesische Raumfahrtagentur zum einen den Lander und seinen Rover permanent unter Beobachtung halten und gleichzeitig von dort jederzeit und dauerhaft mit der Erde kommunizieren. Die dafür passenden Bahnparameter bietet der Lagrange-Punkt 2 des Erde-Mond-Systems.

## MISSIONSVERLAUF

### Queqiao

Nach dem Start trat die Sonde am 14. Juli in einen Halo-Orbit um den Lagrange-Punkt 2 ein, etwa 450.000 Kilometer von der Erde entfernt und im Durchschnitt etwa 65.000 Kilometer hinter der Umlaufbahn des Mondes. Mit an Bord befanden sich die beiden jeweils 45 Kilogramm schweren Kleinstsatelliten Longjiang 1 und Longjiang 2, die beide in einen elliptischen Mondorbit gesendet werden sollten. Aufgrund einer Fehlfunktion gelang dies jedoch nur bei Longjiang 2.

### Chang'e 4 und Rover Yutu 2

Die Landesonde Chang'e 4 mit dem Rover Yutu 2 an Bord ging am 3. Januar 2019 im Inneren des 180 Kilometer durchmessenden Kraters Von Kármán nieder. Dieser Krater befindet sich im Aitken-Becken in der Südpolargegend des Mondes. Er ist für China von erheblicher ideeller Bedeutung, denn der ungarische Physiker, nach dem er benannt ist, war der Doktorvater von Qian Xuesen, dem Begründer des chinesischen Raumfahrtprogramms.

Die Mondsonde und der Rover waren die Ersatzeinheiten für Chang'e 3 und Yutu, die am 14. Dezember 2013 auf dem Mond gelandet waren. Sie wurde aufgrund der Erfahrungen dieser beiden Einheiten modifiziert, technisch verbessert und für die Missionsspezifika einer Mondrückseitenmission angepasst.

Der Lander ist mit insgesamt 29 Triebwerken bestückt. Das Haupttriebwerk kann im Bereich zwischen 7.500 und 1.500 Newton geregelt werden. Der Schub lässt sich mit einer Genauigkeit von 7,5 Newton regulieren.

Wie schon bei Chang'e 3 und Yutu sind sowohl der stationäre Lander als

## TECHNISCHE DATEN

### Queqiao

Betreiber/Hersteller	CNSA/CAST
Startdatum	20. Mai 2018
Startort	Xichang
Trägerrakete	Langer Marsch 4C
Aufgabe	Kommunikation/Relaisatellit
Startmasse	449 Kilogramm
Haupttriebwerke	4 x 20 Newton
Lageregelungstriebwerke	12 x 5 Newton
Abmessungen Plattform	1,4 x 1,4 x 0,85 Zentimeter
Durchmesser Parabolantenne	4,2 Meter
Status 20.1.2023	Aktiv

### Chang'e 4 und Rover Yutu 2

Betreiber/Hersteller	CNSA/CASC
Startdatum	7. Dezember 2018
Startort	Xichang
Trägerrakete	Langer Marsch 3B/E
Aufgabe	Erforschung Mondoberfläche
Startmasse gesamt	3.780 Kilogramm
Landemasse	gesamt mit Rover 1.200 Kilogramm 140 Kilogramm
Yutu 2-Rover alleine	
Datum der Landung	3. Januar 2019
Haupttriebwerk	1 x 1,5 - 7,5 Kilonewton
Weitere Triebwerke	16 x 150 und 12 x 10 Newton
Abmessungen	Yutu 2-Rover 1,5 x 1,0 x 1,0 Meter
Status Yutu 2-Rover 20.1.2023	aktiv

auch der Rover mit radioaktiven Heizelementen ausgerüstet, um die jeweils 14 Erdentage dauernden Mondnächte überstehen zu können. Die Landestation ist mit fünf Experimenten ausgestattet, der Rover mit vier.

Zum Zeitpunkt an dem diese Zeilen entstehen, waren sowohl der Lander als auch der Rover noch aktiv. Yutu 2 hatte bis dato eine Gesamtstrecke von etwa 1.500 Metern absolviert

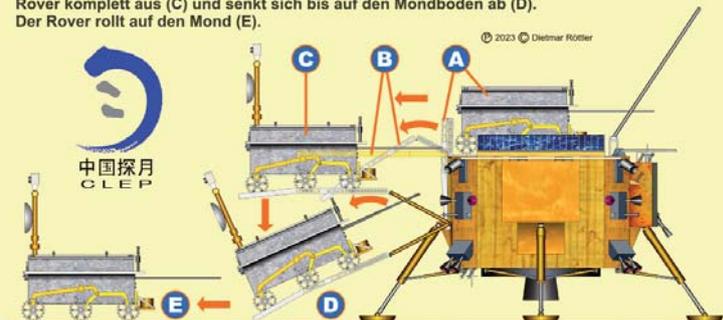
und befindet sich etwa 900 Meter von der Landeplattform entfernt. Die Fahrstrecken des Rovers sind relativ gering, denn er unterliegt erheblichen thermischen Einschränkungen, die seine Fahrzeit pro Mondtag (29 Tage und 12 Stunden auf der Erde) auf nur drei oder vier Erdentage beschränken.

**Autor:** Eugen Reichl

**Berichtsstand:** 20. Januar 2023

## ABSETZEN DES YUTU 2-ROVERS

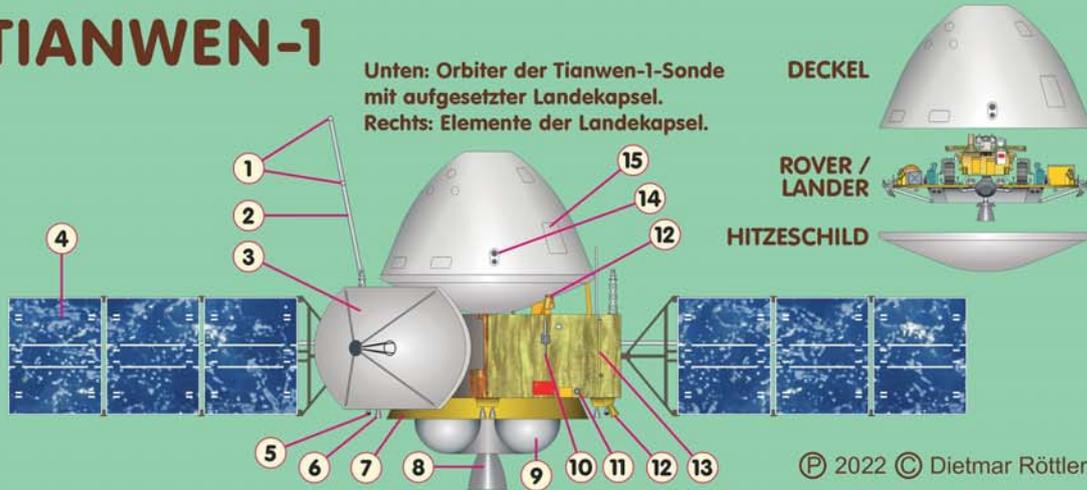
Bei der Landung steht der Rover mit geschlossenen Solarzellenpaneelen hinter der angeklappten Rampe auf dem Chang'e 4-Lander (A). Im nächsten Schritt werden die zwei oberen Abschnitte der Rampe zu einer Waagerechten ausgefahren, auf die der Rover rollt (B). Danach klappt das Gestänge mit dem auf den beiden Rampenabschnitten stehenden Rover komplett aus (C) und senkt sich bis auf den Mondboden ab (D). Der Rover rollt auf den Mond (E).



# EREIGNIS WELTRAUM

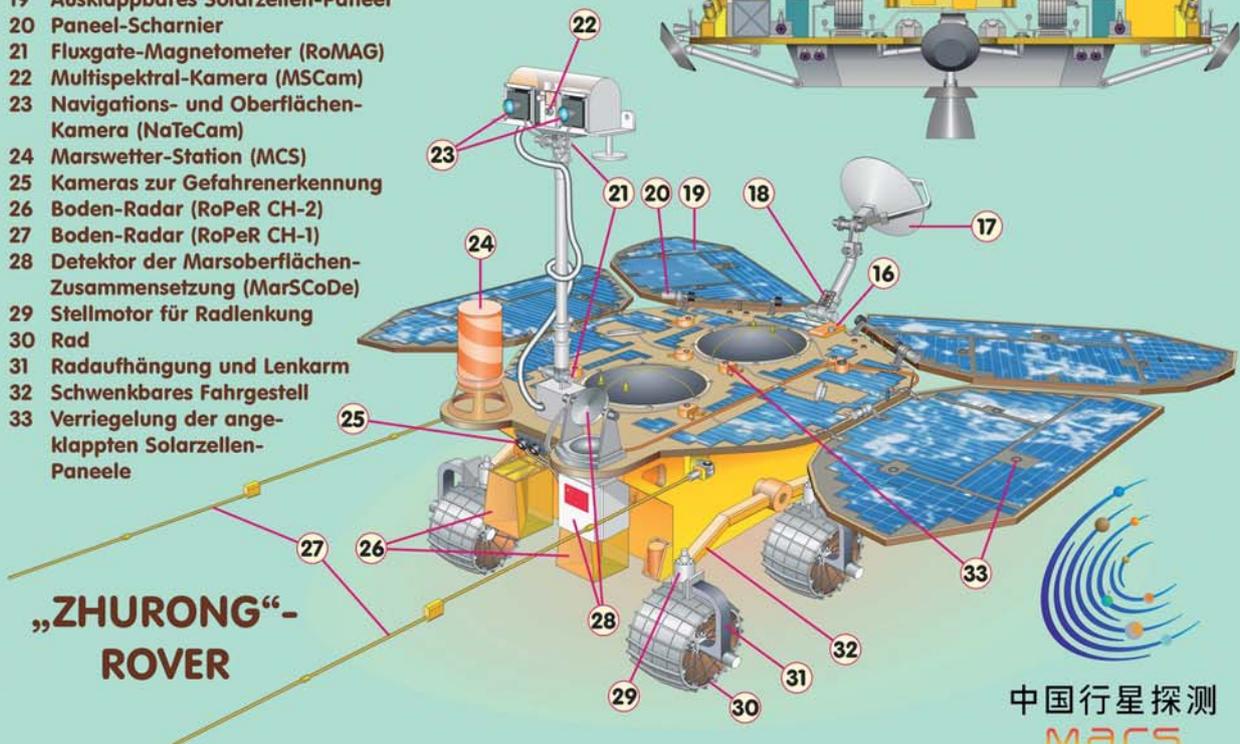
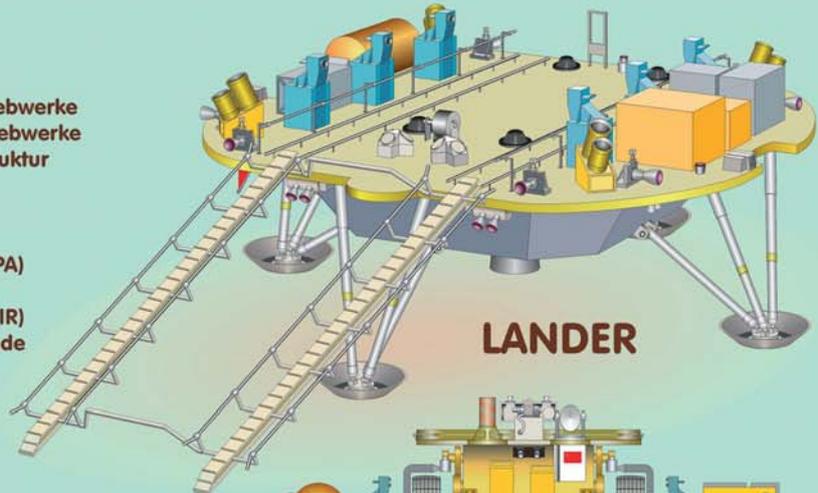
## TIANWEN-1

Unten: Orbiter der Tianwen-1-Sonde mit aufgesetzter Landekapsel.  
Rechts: Elemente der Landekapsel.



© 2022 © Dietmar Röttler

- 1 Magnetometer
- 2 Magnetometer-Mast
- 3 Hochgewinn-Richtantenne
- 4 Solarzellen-Paneele
- 5 12 x 25 N-Lage- und Orbitkontroll-Triebwerke
- 6 8 x 120 N-Lage- und Orbitkontroll-Triebwerke
- 7 Konisches Schubgerüst der Zentralstruktur
- 8 3000 N-Haupttriebwerk
- 9 Herausragender Treibstofftank
- 10 Rückwärts gewandter Messsensor
- 11 Detektor geladener Teilchen (Mars-EPA)
- 12 Sternsensor
- 13 Marsorbiter-Untergrund-Radar (MOSIR)
- 14 Lagekontrolltriebwerke der Landesonde
- 15 Trimmklappe
- 16 Kalibrierungsplatte der Multispektral-Kamera
- 17 Richtantenne
- 18 Kalibrierungsplatte
- 19 Ausklappbares Solarzellen-Paneel
- 20 Paneel-Scharnier
- 21 Fluxgate-Magnetometer (RoMAG)
- 22 Multispektral-Kamera (MSCam)
- 23 Navigations- und Oberflächen-Kamera (NaTeCam)
- 24 Marswetter-Station (MCS)
- 25 Kameras zur Gefahrenerkennung
- 26 Boden-Radar (RoPeR CH-2)
- 27 Boden-Radar (RoPeR CH-1)
- 28 Detektor der Marsoberflächen-Zusammensetzung (MarSCoDe)
- 29 Stellmotor für Radlenkung
- 30 Rad
- 31 Radaufhängung und Lenkarm
- 32 Schwenkbares Fahrgestell
- 33 Verriegelung der angeklappten Solarzellen-Paneele



中国行星探测  
MARS

# EREIGNIS WELTRAUM/ TIANWEN-1

## HISTORIE

Tianwen-1 ist bereits Chinas zweiter Anlauf den Planeten Mars zu erreichen. Die erste chinesische Marssonde war die 115 Kilogramm schwere Yinghuo-1, die am 8. November 2011 zusammen mit dem russischen Phobos Grunt auf den Weg zum Roten Planeten geschickt werden sollte. Wegen eines Fehlers der Zenit-Trägerrakete konnte die Kombination aus den beiden Raumfahrzeugen aber die Erdumlaufbahn nicht verlassen.

## BESCHREIBUNG und MISSIONS-VERLAUF

Verglichen mit Yinghuo-1 ist Tianwen-1 eine vollständig andere Größenklasse. Es handelt sich dabei um ein mächtiges Gerät von knapp unter fünf Tonnen Masse, das aus drei Hauptkomponenten besteht: Einem Orbiter, einem Lander und einem Rover mit der Bezeichnung Zhurong.

Der Orbiter besteht aus einer sechseckigen Struktur, verfügt über eine Parabolantenne von 2,5 Metern Durchmesser und Solarzellen-Paneele mit einer Spannweite von 13,6 Metern. Aus der Struktur ragen auch zwei Paare jeweils fünf Meter langer Antennen für das Bodenradar heraus. Der Tianwen-1 Orbiter nimmt insgesamt sieben wissenschaftliche Experimente auf, darunter zwei Kamerasysteme, ein Radar und zwei Teilchendetektoren. Er bewegt sich auf einer elliptischen Umlaufbahn mit einem marsnächsten Punkt von 275 Kilometern, einem marsfernen Punkt von 10.750 Kilometern und einer Bahnneigung zum Mars-Äquator von 86,3 Grad.

Der aerodynamische Abstieg der Landekapsel mit der Landeplattform und dem Rover erfolgte am 14. Mai 2021. Die finale Phase des Abstiegs dauerte neun Minuten, gerechnet ab dem Eintritt in die obersten Atmosphärenschichten. Dabei waren Lander und Rover zunächst im zweiteiligen elliptischen Hitzeschild von 3,4 Metern Durchmesser und 2,6 Metern Höhe eingeschlossen.

## TECHNISCHE DATEN

### Tianwen-1

Betreiber/Hersteller	CNSA/CAST/SAST
Startdatum	20. Juli 2020
Startort	Wenchang
Trägerrakete	Langer Marsch 5A
Aufgabe	Mars-Orbiter, Lander, Rover
In der Mars-Umlaufbahn seit	10. Februar 2021
Landung	14. Mai 2021
Startmasse gesamt	4.920 Kilogramm
Masse Lander und Rover	1.285 Kilogramm
Haupttriebwerk Orbiter	1 x 3,0 KiloNewton
Haupttriebwerk Lander	1 x 1,5 – 7,5 KiloNewton
Lageregelungstriebwerke	Orbiter 8 x 120 Newton + 12 x 25 Newton
Lageregelungstriebwerke Lander	8 x 120 Newton
Manövriertriebwerke Plattform	20 x 250 Newton, 8 x 25 Newton
Status 20.1.2023	Aktiv

### Zhurong

Startmasse gesamt	240 Kilogramm
Abmessungen entfaltet (L/B/H)	2,60 x 3,00 x 1,85 Meter
Status Lander 20.1.2023	Kein Kontakt mehr seit 18.5.2022
Status Zhurong 20.1.2023	Kein Kontakt mehr seit 18.5.2022

Die Lageregelung während des Abstiegs erfolgte über Kaltgasdüsen. In der zweiten Landephase kam für etwa 120 Sekunden ein 16 Meter durchmessender Fallschirm zum Einsatz. In einer Höhe von 1.500 Meter über dem Boden und einer Geschwindigkeit von nur noch 350 Kilometern pro Stunde wurden Raketentriebwerke gezündet. Der Lander war für diese letzte Abstiegsphase mit demselben 7,5-Kilonewton-Triebwerk ausgerüstet, das auch die Chang'e-Mondlandersonden verwenden. Für die Unterstützung des Haupttriebwerkes und das „Finetuning“ des Abstiegs befanden sich noch insgesamt 28 Triebwerke mit Schubleistungen von 250 und 25 Newton an Bord der Landeplattform.

Die Landung erfolgte in einem Gebiet der nördlichen Hemisphäre mit der Bezeichnung Utopia Planitia. China ist erst das zweite Land nach den USA, dem es gelang, ein funktionsfähiges Landegerät und einen Rover auf dem Mars abzusetzen.

Der Rover ist mit sechs Rädern mit einem Durchmesser von je 30 Zentimetern ausgerüstet. Jedes Rad

verfügt über einen eigenen Elektromotor. Seine Maximalgeschwindigkeit beträgt 200 Meter pro Stunde. Die normale Fahrgeschwindigkeit liegt bei 40 Meter pro Stunde.

Der Zhurong-Rover beherbergt über sechs Instrumente, darunter zwei Kamerasysteme, ein Bodenradar und eine Wetterstation.

Das Fahrzeug nahm am 22. Mai 2021 seinen eigenständigen Betrieb auf und rollte von einer Rampe des Landers auf die Marsoberfläche. Bis zum 5. Mai 2022, dem Tag der letzten Bewegung von Tianwen-1, hatte das Fahrzeug 1.925 Meter in südlicher Richtung zurückgelegt.

Wegen des beginnenden Winters auf der Nordhalbkugel des Mars und dem steigenden Staubgehalt in der Atmosphäre wurde der Zhurong-Rover am 18. Mai 2022 in einen „Winterschlaf“ versetzt, der eigentlich Ende Dezember beendet sein sollte. Leider gelang es aber bis zum 20. Januar 2023 nicht, den Kontakt mit dem Rover wiederherzustellen.

**Autor:** Eugen Reichl

**Berichtsstand:** 20. Januar 2023



Der Suborbital Accelerator in New Mexico. Foto: SpinLaunch

tionen das Doppelte. Wenn die vorge-sehene Geschwindigkeit erreicht ist, wird im Ansatz des Austrittsrohrs die Last ausgeklinkt. Sie fliegt durchs Rohr, durchbricht eine Membrane auf seiner Oberseite und setzt im Freien den Flug fort. Auf der Internetseite [www.spinlaunch.com](http://www.spinlaunch.com) wird der Vorgang im Begrüßungsvideo dargestellt.



Ein bei einem SpinLaunch-Test geschleudertes Projektil. Foto: SpinLaunch

Die dort fliegende Rakete ist aber noch eine Zukunftsvision.

Am 22. Oktober 2021 gelang SpinLaunch der Abschuss eines drei Meter langen Projektils. Laut Jonathan Yaney arbeitete der Schleuderarm mit einem Fünftel seiner Kraft, das geschleuderte Objekt flog „tens of thousands of feet“ hoch, also eine Anzahl Kilometer. Presseberichte nannten eine Startgeschwindigkeit von 1.000 Meilen pro Stunde oder 1.600 Stundenkilometer. Die Zu-

schaer hörten jedenfalls einen Überschallknall. Beim achten Test am 22. April 2022 war eine Kamera an Bord, die die irrsinnigen g-Werte in der Rotationsphase offenbar verkräftete. Der zehnte Start fand am 27. September 2022 statt; dabei flogen Nutzlasten der NASA und der Firmen Airbus U.S. Space & Defense, Cornell Engineering und Outpost mit. Alle Versuche waren noch weit von der für einen Erdorbit nötigen Geschwindigkeit von acht Kilometern pro Sekunde oder 28.800 Kilometern pro Stunde entfernt.

Für künftige Satellitenstarts plant SpinLaunch an einem noch unbekanntem Ort eine größere Anlage, den „Orbital Accelerator“. Er besitzt einen Durchmesser von 100 Metern und soll Objekte auf 8.000 Stundenkilometer bringen. Die Zentrifugalbeschleunigung während der Rotation würde 10.000 g betragen. Im SpinLaunch-Projektil befände sich eine Zweistufen-Rakete, die einen Satelliten trägt. Sie zündet in 60 Kilometern Höhe und erreicht eine Erdumlaufbahn. Experten befürchten allerdings, dass die g-Werte die Pumpen und Ventile einer Flüssigkeitsrakete lahmlegen würden. Es bliebe jedoch die Nutzung von Feststofftriebwerken.

Laut SpinLaunch-Homepage könnte 2025 der erste Flug auf einen Erdorbit erfolgen, und vielleicht wird 2023 der Ort der neuen Startanlage bekannt. Ich möchte nun aber an eine ältere



Die zweistufige Rakete im Projektil; rechts sitzt die Nutzlast, ein kleiner Satellit. Foto: SpinLaunch

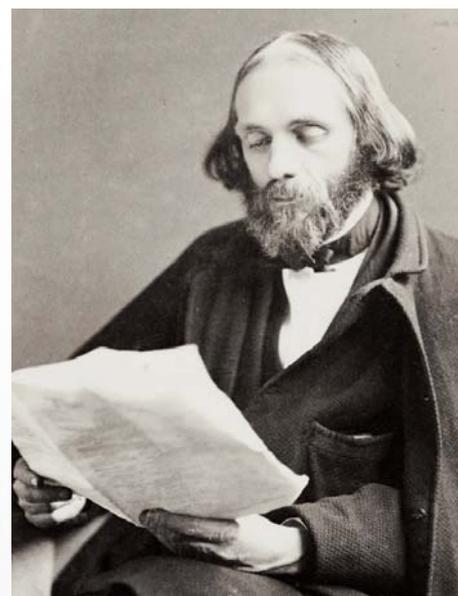
und weitgehend vergessene Idee für ein Schwingkraft-System erinnern, das Slingatron. Sein Erfinder war der 1930 in London geborene Derek Tidman. Er studierte in seiner Heimatstadt Physik, promovierte darin und lehrte anschließend in der Universität Chicago und der Universität von Maryland. 1980 gründete er die Firma GT-Devices, die Beschleuniger für militärische Zwecke entwickelte, man könnte auch sagen, alternative Kanonen. Sie wurde 1989 vom General-Dynamics-Konzern übernommen. 1994 gründete Tidman eine zweite Firma, die Advanced Launch Corporation, und arbeitete an seinem Slingatron. Er starb 2019 in McLean im US-Bundesstaat Virginia.

Ein Slingatron schwingt wie die Anlagen von SpinLaunch Objekte in die Atmosphäre oder darüber hinaus, es arbeitet aber nach einem anderen Prinzip, dem des Hula-Hoop-Reifens. Ein Ring wird in Drehungen mit kleinem Radius versetzt und beschleunigt dadurch ein in ihm laufendes Projektil. Magnetfelder bewirken, dass es nicht an den Wänden des Rings entlangschrammt, sondern in der Mitte bleibt. Wenn das Projektil schnell genug ist, wird es in einen

Austrittskanal gelenkt und verlässt das System. Zu Beginn dachte Derek Tidman an kilometergroße Anlagen, später reduzierte er die Dimensionen und baute sogar kleine Prototypen. In den 2010er Jahren verfolgte das Unternehmen HyperV Technologies das Konzept weiter und entwickelte einen Beschleuniger mit einer Spiralbahn. Inzwischen gehören Tidmans Patente der amerikanischen Firma TST Systems, die über die Internetseite [tst-systems.net](http://tst-systems.net) verfügt. Wir können alle, die sich für die schwingkraftgetriebene Raumfahrt interessieren, nur an dieses Unternehmen und natürlich an SpinLaunch verweisen.

Uns bleibt noch ein Blick auf die Science-Fiction des 19. Jahrhunderts, denn damals begann die Geschichte der Weltraumschleudern. Ihr wahrer Erfinder war weder Jonathan Yanez noch Derek Tidman, sondern der amerikanische Prediger und Literat Edward Hale. Er wurde 1822 in Boston geboren und starb dort 1909. Im Jahr 1869 druckte die Zeitschrift „Atlantic Monthly“ drei Teile seiner Geschichte „The Brick Moon“, ein vierter kam 1870 an gleicher Stelle heraus.

Der Mond des Titels ist eine gemauerte Kugel mit 60 Metern Durchmesser; sie soll entlang eines Längenkreises die Erde umrunden und Seefahrern, die sie anpeilen, die Positionsbestimmung ermöglichen. Die satellitentechnischen Probleme einer solchen Bahn übergehen wir einmal. In den Orbit gelangt der Ziegelmond durch zwei riesige und nebeneinander montierte Schwungräder, die ihn „wie einen Wassertropfen von einem Schleifstein“ (Edward Hale) hinauskatapultieren. In Hales Geschichte wird er vorzeitig gestartet, als sich noch Menschen im Inneren befinden. Er erreicht wie zuvor berechnet seine Umlaufbahn, und es stellt sich heraus, dass die Insassen den Start überstanden und im All ein gutes Leben führen. Es kommt sogar zu einer Kommunikation zwischen Erde und Mond mit Morsezeichen. Am Ende der Geschichte schleudern die



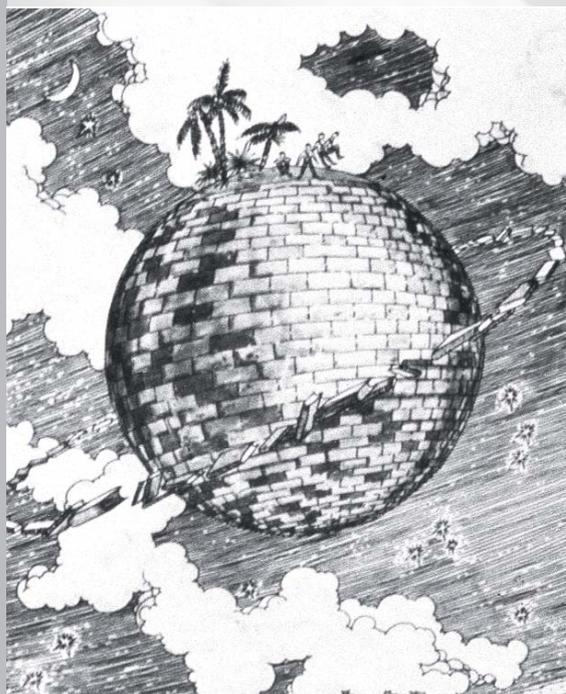
Der Schriftsteller Edward Hale im Jahr 1870.

Schwungräder ein Paket mit Büchern in den Kosmos; sie erreichen den künstlichen Himmelskörper und umkreisen ihn, wie in unserer Zeichnung dargestellt.

„The Brick Moon“ ist auf [www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org) verfügbar, bitte den Titel eingeben!

18 Jahre nach dem Erstdruck brachte das Jahrbuch „Das Neue Universum“ eine deutsche Fassung heraus. Die ersten drei Teile standen 1887 in Band 8, der vierte und letzte folgte ein Jahr später in Band 9. Verantwortlich für die Übersetzung war der Seeoffizier und Schriftsteller Friedrich Meister (1848-1918). Der Titel lautete jetzt „Unser Trabant. Eine astronomische Idee“. Meister verlegte den Startplatz des Ziegelmonds von Neuengland in die Mark Brandenburg und seinen Start in die 1870er Jahre, außerdem verwendete er nur ein einziges Schwungrad. „Unser Trabant“ ist leider nicht online, man kann ihn aber in einem Taschenbuch nachlesen, das 1980 im Münchner Wilhelm Heyne Verlag erschien. „Als der Welt Kohle und Eisen ausging“ wurde von Susanne Päch herausgegeben, einige Exemplare bietet der Buchversand Amazon an.

Wir bedanken uns bei Jan Helbing und SpinLaunch für die Fotos und wünschen dem Projekt alles Gute.



Den Ziegelmond stellte sich Edward Hale mit einer Atmosphäre vor, in der Pflanzen wachsen. Er besitzt einen Ring von Büchern. Foto: NASA



# Raumfahrtnerd Sina Rathai: Kultur, Kunst und Raumfahrt

Die Abiturientin Sina Rathai aus Westerkappeln (NRW) wurde während der Corona-Pandemie infiziert, mit dem Raumfahrtvirus. Seitdem begeistert sie mit faszinierenden Zeichnungen ihre Fangemeinde auf Instagram. RC sprach mit ihr auf den 37. Neubrandenburger Tagen der Raumfahrt.

**RC:** Sina, Du bist jetzt 17 Jahre jung und begeisterst dich seit vielen Jahren für die Raumfahrt. Wann und wodurch entstand dieses Hobby?

**Sina Rathai:** Grundsätzlich fasziniert mich die Technik schon seit früher Kindheit.

Ein erstes Interesse am Mond und den dazugehörigen Missionen wie Apollo 11 kam jedoch von meinem Vater und seiner Assoziation zu Apollo 11; er wurde nämlich am 21.7.1969 geboren. 2017 las ich den Marsianer von Andy Weir und mein besonderes Interesse an der Raumfahrt wurde geweckt. Jedoch dauerte es bis Anfang 2020, als ich aufgrund der Corona-Pan-

demie Zeit hatte, mich wirklich intensiv mit dem Thema auseinanderzusetzen und darüber zu lernen.

Im Jahr darauf startete ich meinen Raumfahrtblog „artofaspacenerd“ auf Instagram, für den ich Motive, die mit der Raumfahrt zu tun haben, zeichne. Hier kann ich mich mit Raumfahrtinteressierten aus aller Welt vernetzen.



Hier entsteht gerade das Porträt von Klaus-Dietrich Flade, den Sina in Neubrandenburg traf. Für die Zeichnung benötigte sie rund 7 Stunden.

**RC:** Du warst im November vergangenen Jahres erstmals bei den Neubrandenburger Tagen der Raumfahrt. Gab es hier für dich besondere Erlebnisse?

**Sina Rathai:** An das Event habe ich viele tolle Erinnerungen!

Zum ersten Mal in meinem Leben konnte ich mit Astronauten, Klaus-Dietrich Flade und Randy Bresnik, sprechen. Auch hatte ich die Möglichkeit mich mit dem NASA-Administrator für Exploration, James Free, auszutauschen!



## 37. Tage der Raumfahrt



Sina Rathai trifft NASA-Administrator Jim Free auf den 37. Neubrandenburger Tagen der Raumfahrt.

Des Weiteren kam ich mit vielen anderen Wissenschaftlern, Ingenieuren und sonstigen Raumfahrtinteressierten ins Gespräch, die mir gegenüber als Neuling bei dem Event alle sehr positiv und freundlich waren.

**RC:** Du hast auch schon andere Veranstaltungen besucht. Das ist allerdings doch sehr zeit- und kostenintensiv. Bekommst Du da die Unterstützung Deiner Eltern?

**RC:** Eine Leidenschaft von dir ist die zeichnerische Umsetzung von Raumfahrtobjekten. Welche hast Du bisher dargestellt und wie kann man sich das genau vorstellen: Idee, Technik, wie viel Zeit benötigst Du?



Sinas Exkursionen führten sie u.a. ins Raumfahrtmuseum Mittweida von Tasillo Römisch (links), nach Morgenröthe-Rautenkranz (rechts), Speyer (nächste Seite oben links) und nach Peenemünde. (Fotos: Volker Rathai)



**Sina Rathai:** Ich zeichne alles - von Raketen und Raumschiffen bis hin zu Personen, die mit der Raumfahrt in Verbindung stehen (bspw. Sergei Koroljow oder Peggy Whitson). Dabei liegt mein Fokus auf der Raumfahrt während des Kalten Krieges.

Meistens recherchiere ich zuerst nach einem Thema, also einem Objekt oder einer Person welche mich interessiert. Daraufhin beginne ich mit einer Skizze und schattiere letztendlich alles mit dem Bleistift. Von der ersten Idee bis zum fertigen Bild dauert es meistens 5 bis 25 Stunden.

Anschließend stelle ich das Bild auf meinem Account „artofspacenerd“ auf Instagram mit den entsprechenden Informationen auf Englisch ein.

**RC:** *Apropos Instagram, Du hast dort auch eine Fangruppe. Was für Leute sind das? Wie sind die Reaktionen?*

**Sina Rathai:** Meine Community (also Fangruppe) besteht aus inzwischen über 1.000 Menschen aus aller Welt. Von den USA bis Russland und von Raumfahrtfans und Künstlern über NASA-Mitarbeiter bis hin zu Astronauten wie Mike Fossum oder Nicole Stott ist alles dabei!

Viele finden es toll, dass ich mich eher auf die heute weniger bekannte Ära der Raumfahrt vor Jahrzehnten fokussiere und mich nicht nur auf die Technik an sich, sondern auch das Interesse auf die Menschen hinter der Branche richte. Außerdem sind auch schon viele Kooperationen mit beispielsweise Fotografen wie Iwan Timoschenko (Russland) oder Petri Wilhelmsen (Norwegen), dem Entwickler eines realistischen Raumfahrt-simulators entstanden.

**RC:** *Gegenwärtig besuchst du die zwölfte Klasse. Wie sehen deine weiteren Ziele aus?*

**Sina Rathai:** Nach meinem Abitur 2024 strebe ich ein Studium der Wissenschafts- und Technikgeschichte an, mit dem Ziel, irgendwann vielleicht für ein Museum oder auf sonstige Weise in der Raumfahrtbranche als Technikhistorikerin zu arbeiten.

**RC:** *Gibt es einen Traum, den Du dir gerne erfüllen würdest?*

**Sina Rathai:** Ich hoffe, dass ich eines Tages einen Raketenstart vor Ort miterleben kann! Außerdem wäre mein größter Traum, dass eines (oder mehrere) meiner Bilder irgendwann, auf welchem Weg auch immer, ins All bzw. zur ISS fliegen könnten.

Mit Sina Rathai sprach Ute Habricht.

# Frankreichs Weg in den Weltraum (Teil 5 von 5)

## Von Europa zur ARIANE

Von Daniel Fournier



Die Entwicklung der europäischen Europa-Trägerrakete war ein schwieriges Unternehmen. Dank der französischen Erfahrung, die mit Véronique und dann Diamant gesammelt wurde, dank des Willens und der Hartnäckigkeit Frankreichs, aber auch dank der Unterstützung Deutschlands, konnte Europa den Stillstand des Europa-Programms überwinden und mit der Ariane einen unabhängigen Zugang zum Weltraum erhalten.

### Entstehung eines europäischen Raumfahrtprogramms

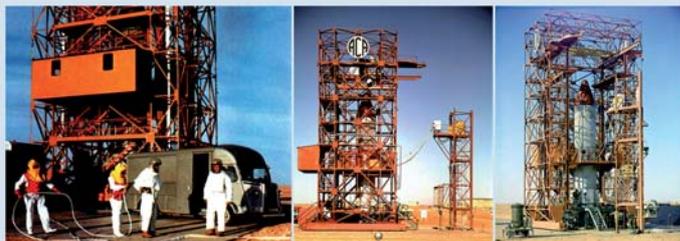
In den 60er Jahren treffen sich Großbritannien und Frankreich, um über ein europäisches Trägerraketenprojekt nachzudenken, um unabhängig von den USA und der UdSSR den Zugang zum Weltraum zu ermöglichen.

Nachdem Großbritannien beschlossen hat, sich wegen seiner Waffensysteme an die USA zu wenden, versucht es, die von ihm entwickelte strategische Rakete Blue Streak in dieses Vorhaben einzubringen. Ziel ist es, die Kosten der Blue Streak zu amortisieren, indem vorgeschlagen wird, diese Rakete als erste Stufe einer zukünftigen europäischen Trägerrakete einzusetzen. Frankreich akzeptiert unter der Bedingung, dass es die Verantwortung für die zweite Stufe übernimmt.

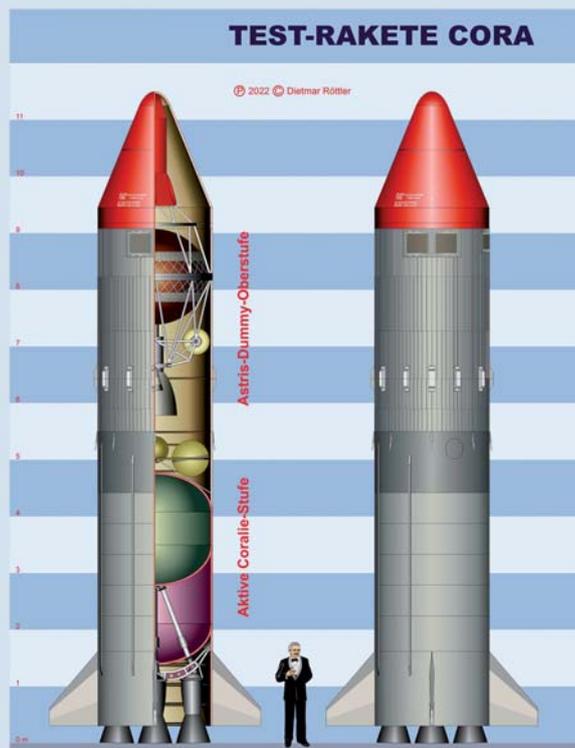
Um die Entwicklungskosten zu senken, stellen Großbritannien und Frankreich dieses Projekt ihren europäischen Partnern Anfang 1961 auf einer Konferenz in Straßburg vor.

Ein Projekt namens ELDO-A und dann Europa-1 zielt darauf ab, eine Nutzlast von einer Tonne in eine niedrige Umlaufbahn mit einer ersten, britischen Stufe Blue Streak, einer zweiten, französischen Coralie-Stufe, einer dritten, deutschen Astris-Stufe und einer italienischen Nutzlast-Verkleidung („Fairing“) zu bringen.

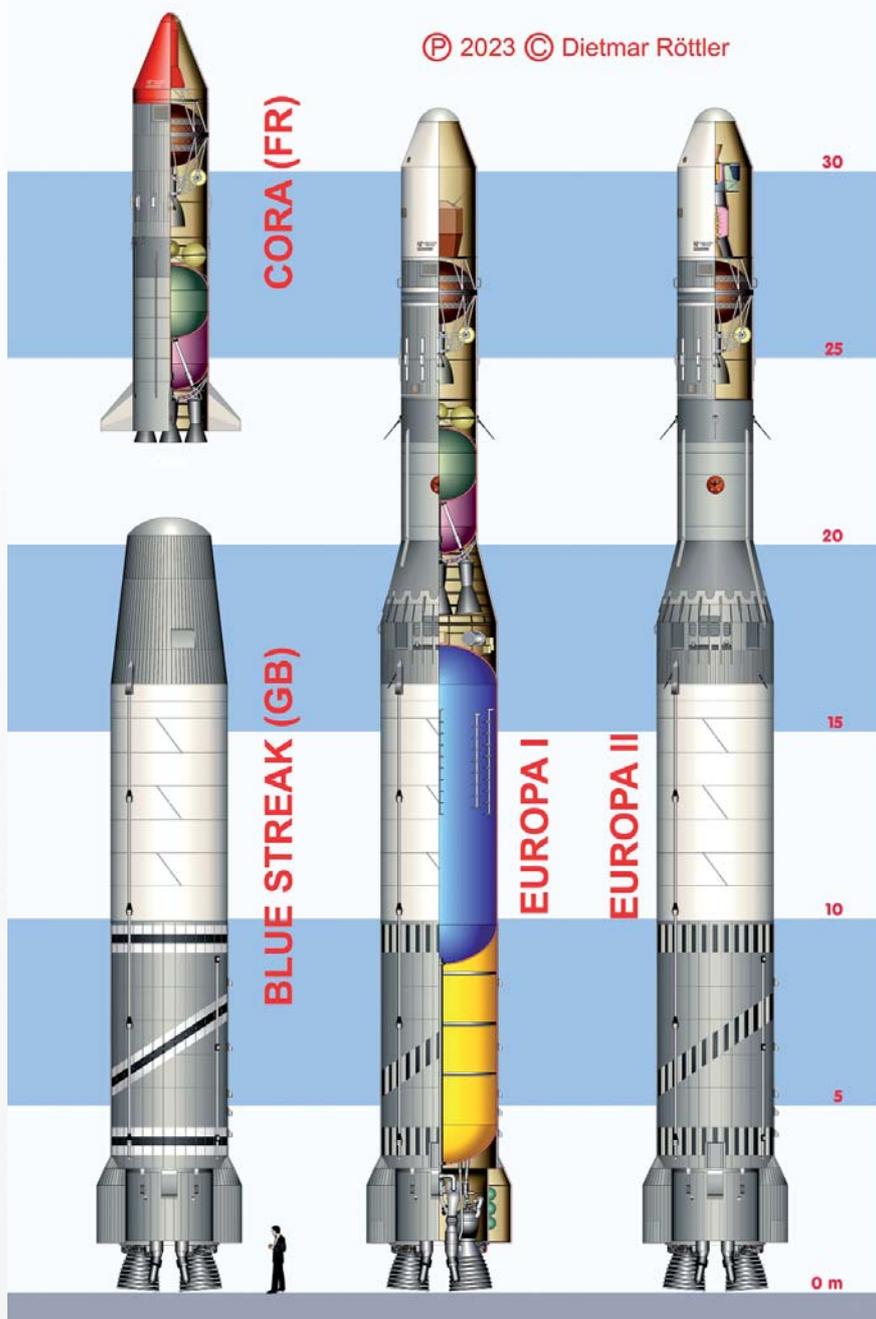
Zu diesem Zweck wird 1963 eine Organisation zwischen mehreren Vertragspartnern gegründet, die ELDO, bestehend aus: Großbritannien, Frankreich, Deutschland, Belgien, den Niederlanden und Italien. Australien ist mit dabei für die Bereitstellung einer Startrampe bei Woomera (31° südlicher Breite), die bereits von der Blue Streak-Rakete genutzt wird.



Frankreich leistete mit der Zweitstufe Coralie seinen Beitrag zur Europa-Rakete. Die Stufe wurde als Cora-Rakete mit Dummy der späteren deutschen Astris-Drittstufe 1966 zweimal vom Startplatz „Béatrice“ in Hammaguir gestartet. Beim Erststart ging die Kontrolle nach 62 s verloren, der zweite gelang. Ein dritter Start von Biscarrosse schlug fehl.



## BLUE STREAK BIS EUROPA II



Nach der Ratifizierung durch die Unterzeichnerstaaten wird die ELDO 1964 in Dienst gestellt. Eine weitere Organisation, die ESRO, wird ebenfalls im selben Jahr für die Entwicklung von Satelliten gegründet.

ELDO hat ein Sekretariat in Paris und überlässt es jedem Land, das Programm nach seinen eigenen nationalen Arbeitsmethoden durchzuführen. Man beachte, dass weder Management noch Koordinierungsvorgaben

existieren und es auch keine allgemeinen Koordinierungs- oder Systemstudien bzw. -analysen gibt.

### Entwicklung von Europa-1

Geplant sind zehn Qualifikationsflüge, von denen die Hälfte allein mit der Blue Streak-Stufe und bereits im Rahmen des britischen Militärprogramms qualifiziert ist. Diese fünf Flüge sind daher zunächst erfolgreich, ermöglichen aber noch keinen Satellitenstart.

Die Organisation stellt 1965 fest, dass das ursprünglich vorgelegte Budget verdoppelt werden muss, ebenso wie die Dauer der Entwicklung. Bereits 1966 fordert Großbritannien eine Reduzierung seiner finanziellen Beteiligung um mehr als 10%.

Die F6- und F7-Flüge von Woomera im Jahr 1967 mit der ersten und zweiten Stufe sind Fehlschläge: keine Coralie-Zündung, keine Blue Streak-Coralie-Trennung.

Die drei Flüge F8, F9, F10 in den Jahren 1968, 1969, 1970 mit den drei vollständigen Stufen und der Nutzlast sind immer noch Fehlschläge wegen vorzeitiger Abschaltung der Astris-Stufe (F8, F9) und fehlender Trennung der Fairing.

Am 11. Juni 1970 endet der F10-Qualifikationsflug mit einem Misserfolg: Ohne Trennung der Fairing und ohne Satellitennutzlast.

### Entwicklung nach Europa-1

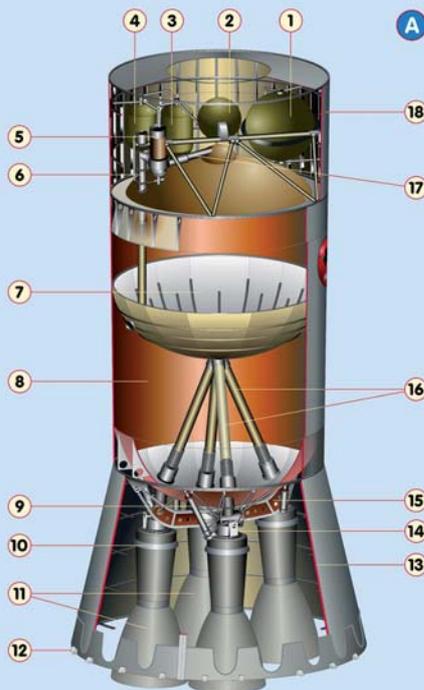
ELDO beschließt dann, das Europa-1-Programm zugunsten von Europa-2 (mit einer vierten Stufe aus dem Diamant-BP4-Programm) zu stoppen, um eine Trägerrakete zu haben, die eine Nutzlast von 150 kg im geostationären Orbit aussetzen kann und die Marktanforderungen erfüllt. Europa-2 wird nun hauptsächlich von Deutschland und Frankreich finanziert. Der Standort Woomera in Australien, veraltet und schlecht an äquatoriale Starts angepasst, wird aufgegeben und ein neuer Startplatz in Guyana bei Kourou (5° nördlicher Breite) gebaut.

Die ELDO plant zwei F11- und F12-Qualifikationsstarts, gefolgt vom Start der zwei deutsch-französischen Symphonie-Satelliten.

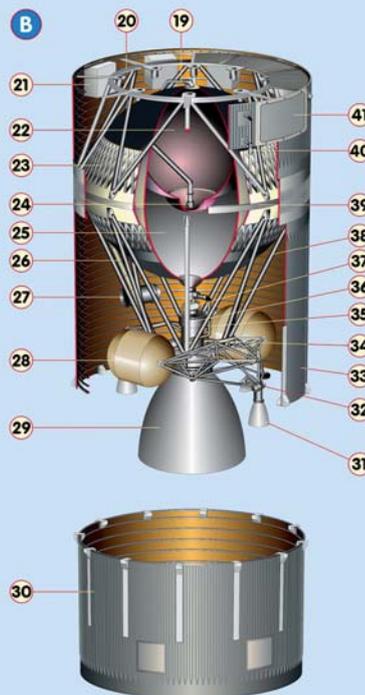
Leider endet der Flug F11 vom 5. November 1971 vom Standort des Raumfahrtzentrums Guayana in Kourou mit einem neuen Misserfolg: Eine elektrostatische Entladung auf der Fairing verursacht die Abschaltung der Inertialeinheit, also der Lage- und Steuerungseinheit, was die Explosion der Blue Streak verursacht, gefolgt von der der Coralie-Stufe.

**A Zweitstufe "Coralie"**

- 1 Kühlwassertank
- 2 Heliumflasche
- 3 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Zusatztank
- 4 UDMH-Zusatztank
- 5 Brennkammer des Drucksystems
- 6 UDMH-Druckleitung
- 7 Oxidator tank (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)
- 8 Brennstofftank (UDMH)
- 9 Brennkammer-Hydraulik
- 10 UDMH-Verteilerleitung
- 11 Brennkammern (4) mit Kardanaufhängung
- 12 Sprengbolzen für Stufentrennung
- 13 Doppelwandiges, punktgeschweißtes Wellblech (Stufenadapter)
- 14 Brennkammer-Aufhängung
- 15 Hauptschubgerüst
- 16 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Speiseleitung
- 17 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Druckleitung
- 18 Gerätesektion und Tank-Druckfördersystem

**B Drittstufe "Astris"**

- 19 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Druckleitung
- 20 Nutzlastbefestigung
- 21 Steuer- und Telemetriesystem
- 22 Oxidator tank (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)
- 23 Ringe der Tankaufhängung
- 24 Antivortex-Auslass
- 25 Brennstofftank (Aerozin 50)
- 26 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Speiseleitung
- 27 Elektronikbehälter
- 28 Heliumbehälter für Steuertriebwerke (2)
- 29 Haupttriebwerks-Brennkammer
- 30 Stufenadapter
- 31 Steuertriebwerke (2)
- 32 Schwenkkupplung
- 33 Abwerfbare Verkleidungs-Halbschale
- 34 Kardanaufhängung
- 35 Aerozin 50-Speiseleitung
- 36 Einspritzkopf
- 37 Steuerblock
- 38 Schubgerüst
- 39 Trennstelle Hauptspant
- 40 Antenne
- 41 Zugangsklappe

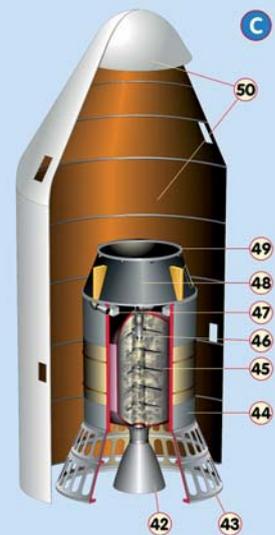
**C Perigäumsstufe und Nutzlastverkleidung**

- 42 Düse
- 43 Adapter zur dritten Stufe
- 44 Triebwerksgehäuse
- 45 Feststofftreibsatz
- 46 Zünder
- 47 Drallraketen
- 48 Nutzlastadapter mit Ausrüstung
- 49 Nutzlastflansch
- 50 Halbschale der Nutzlastverkleidung



"Astris"-Drittstufe

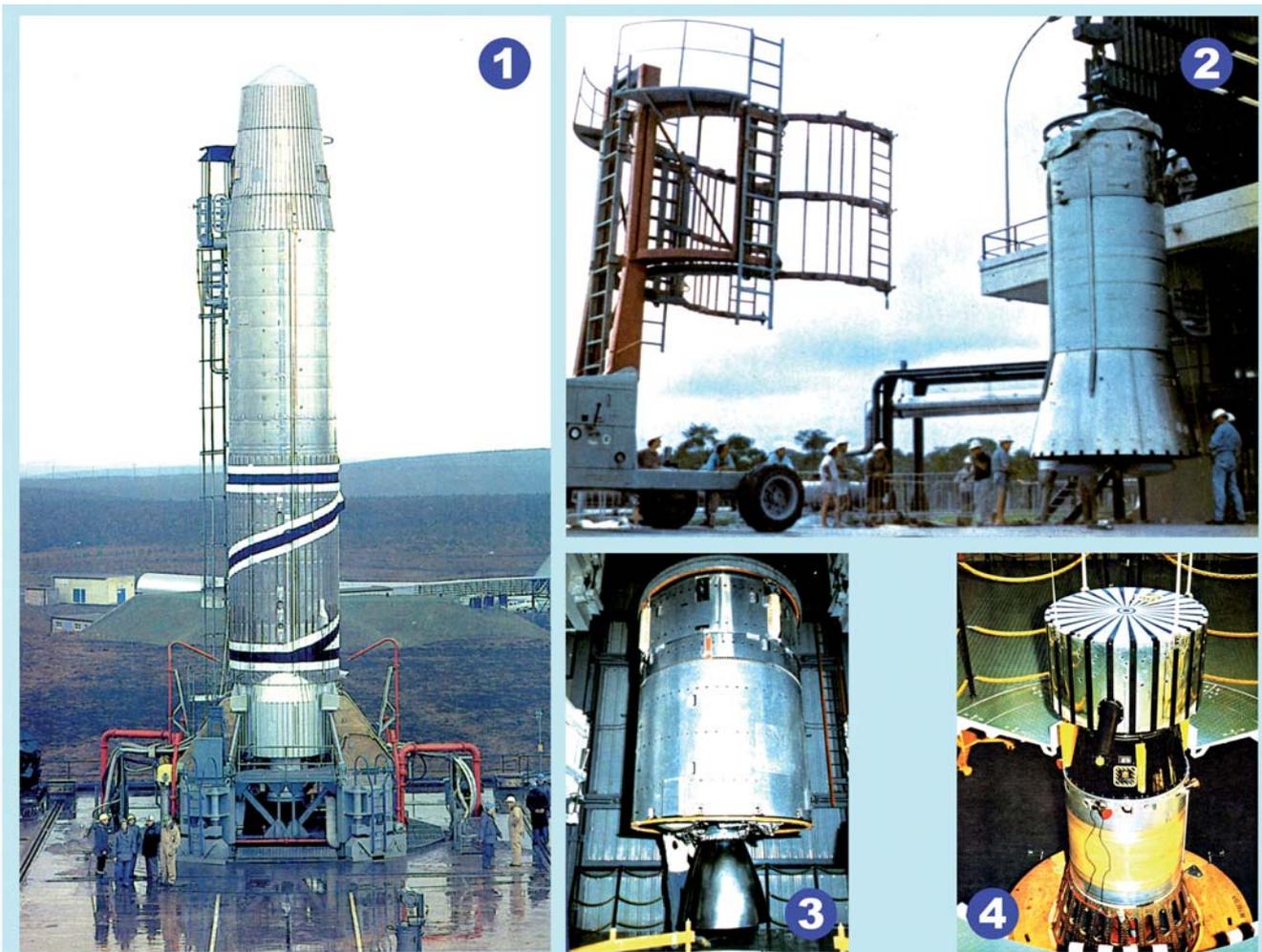
© 2023 © Dietmar Röttler

**OBERSTUFEN EUROPA I & II****Amerikanische Verlockungen  
1969-1972**

Nach dem Erfolg von Apollo 11 schlägt der Administrator der NASA während der Sitzung der Europäischen Weltraumkonferenz am 14. Ok-

tober 1969 den Europäern vor, sich aus dem Europa-Trägerraketenprogramm zurückzuziehen, das seiner Meinung nach veraltet ist, zugunsten von Post-Apollo-Programmen wie dem wiederverwendbaren Space Shuttle. Im Juni 1972 schlägt die NASA den

Europäern diesmal das Design eines bemannten Weltraumlabor vor, das in die Ladebucht des Space Shuttles integrierte Spacelab. Deutsche und Italiener scheinen an dieser Zusammenarbeit interessiert zu sein.



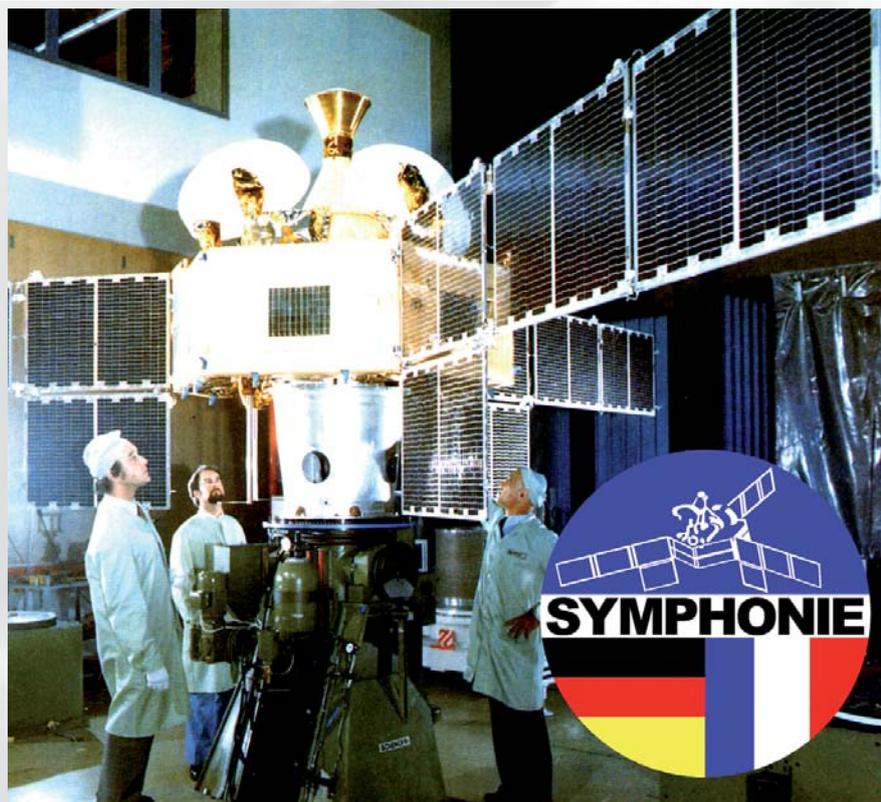
STUFEN DER EUROPA-RAKETE: 1 – Britische Erststufe „Blue Streak“ F1 auf dem C3-Stand in Spadeadam, 2 – französische Zweitstufe „Coralie“, 3 – deutsche Drittstufe „Astris“, 4 – Perigäumsstufe mit einem Satelliten-Mockup für die Europa II-Rakete in Kourou.

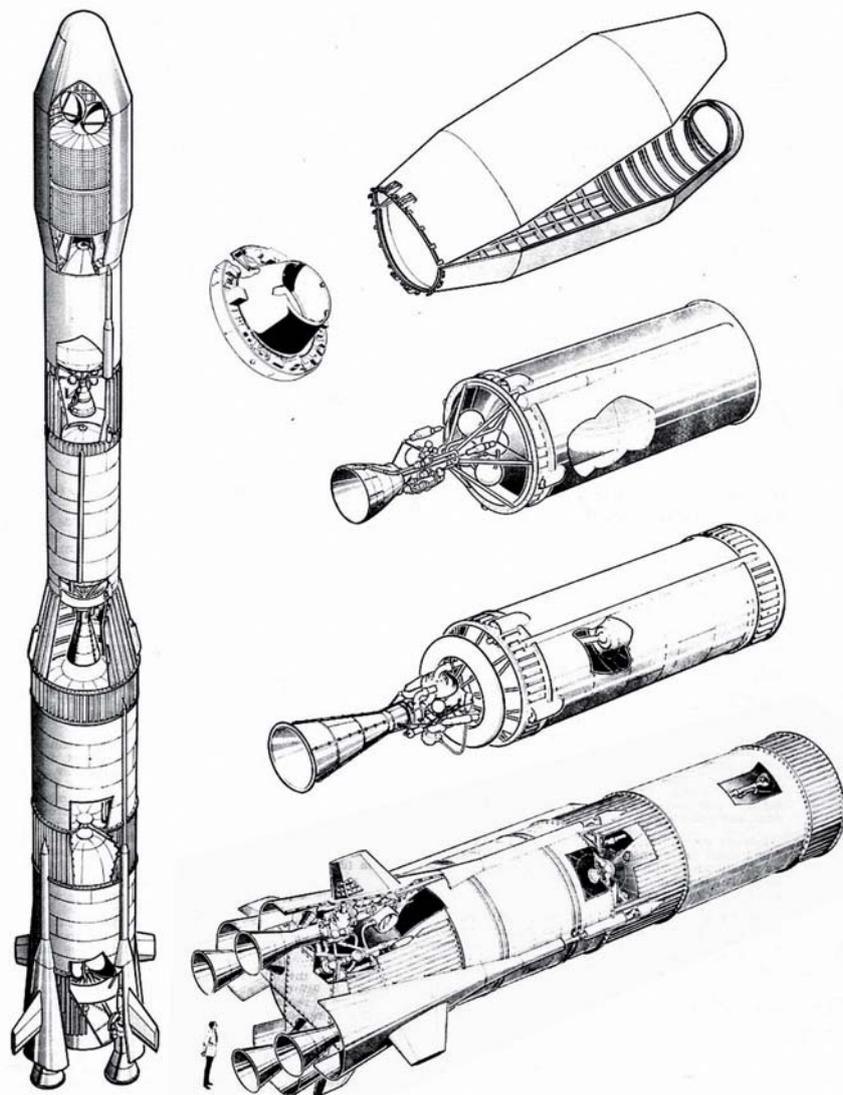
### Das Deutsch-Französische Symphonie-Programm

Anfang 1966 hatte Deutschland ein Projekt für einen Telekommunikationssatelliten namens Olympia untersucht, um die Olympischen Spiele 1972 in München zu übertragen. Frankreich plante ebenfalls ein eigenes Projekt namens SAROS (Satellite de Radiodiffusion à Orbite Stationnaire).

Nur zehn Jahre nach Kriegsende war es für diese beiden Länder nicht einfach, eine Zusammenarbeit in Betracht zu ziehen. Doch 1963 wurde der Elysée-Vertrag unterzeichnet, der die deutsch-französische Aussöhnung formalisierte.

Deutschland und Frankreich vereinbarten daraufhin eine Zusammenarbeit beim gemeinsamen Bau der beiden Satelliten Symphonie 1 und 2. Diese Satelliten haben mehrere innovative Punkte: Drei-Achsen-Stabili-





sierung, entfaltbare Sonnenkollektoren und einen Apogäumsmotor mit Flüssigkeitsantrieb für die Stationierung.

Da die Europa-Trägerrakete 1972 nicht verfügbar ist, ist es notwendig, eine amerikanische Delta-Rakete der NASA für den Transport in die Umlaufbahn im Dezember 1974 und August 1975 zu verwenden.

Die USA stellen jedoch eine drakonische Bedingung, nämlich das Verbot, diese Satelliten für kommerzielle Zwecke zu nutzen. Diese beiden Satelliten werden also ihre Dienste zehn Jahre lang mehreren globalen Organisationen kostenlos anbieten. Aufgrund dieser politischen Unnachgiebigkeit der USA verstehen die europäischen Länder, dass Europa eine eigene Trägerrakete braucht.

Dieses Verbot stärkt die französische Position, eine europäische Trägerrakete für den freien Zugang zum Weltraum zu haben, und ermöglicht es, andere Länder zu überzeugen, die sich noch nicht vollständig diesem Gedanken geöffnet haben.

## ELDO-Krise und Geburt der ESA

Nach dem achten Start von Europa-1 im Jahr 1968 entscheidet sich Großbritannien, das Europa-Projekt zu verlassen, gefolgt 1969 von Italien. Immer noch mit der gleichen Organisation wird 1970 ein Europa-III-Programm vorgeschlagen. Es kommt nicht über das Projektstadium hinaus und wird drei Jahre später, 1973, aufgegeben. Dieses Projekt verwendet eine 140 Tonnen schwere erste Stufe mit 4 VIKING-Motoren (der LRBA) anstelle der Blue Streak. 1972 zieht sich Deutschland aus dem Europa-III-Projekt zurück. Die ELDO befindet sich aufgrund des Mangels an glaubwürdiger Perspektive folglich in einer Krise.

Am 31. Juli 1973 wird eine neue Organisation beschlossen, die ESA (Europäische Weltraumorganisation), um die Aktivitäten von ELDO und ESRO zusammenzufassen. Die ESA wird offiziell am 31. Mai 1975 gegründet.

## Das L3S-Projekt und die Geburt der Ariane

Mit den Erfahrungen, die Frankreich mit dem Diamant-Programm gesammelt hat, kann sich CNES (franz. Zentrum Weltraumforschung, le Centre National d'Études Spatiales) nicht mit dem Scheitern und der Aufgabe einer europäischen Trägerrakete abfinden. Das Scheitern Europas war nämlich hauptsächlich auf den Mangel an Koordination zwischen den teilnehmenden Ländern zurückzuführen. Innerhalb des CNES untersucht ein kleines Team eine Alternative zum



Ein Fest zum Fest: Am 24.12.1979 bringt die erste Ariane 1 die Technologiekapsel CAT-1 ins All. Am 3.1.1980 dann explodiert die 3. Stufe und hinterlässt 25 Trümmerteile.

Europa-III-Projekt namens L3S (Lanceur de troisième génération de substitution, *siehe Grafik oben*). L3S basiert auf einem möglichst einfachen Design mit bewährten oder in Entwicklung/ Erprobung befindlichen Materialien und Geräten. CNES setzt auf das Know-how der LRBA für die Produktion von VIKING-Motoren des Ingenieurs Karl Heinz Bringer, sowie auf einen Hochleistungs-HM4-Kryomotor, der bei SEP (Société Européenne de Propulsion) weiterentwickelt wird.

SEP ist ein privates Unternehmen, das 1969 gegründet wurde. Es wird hauptsächlich in Vernon im Bereich der Prüfstände der LRBA installiert und wird 1971 die Ingenieure und Techniker der Antriebsabteilungen der LRBA integrieren.

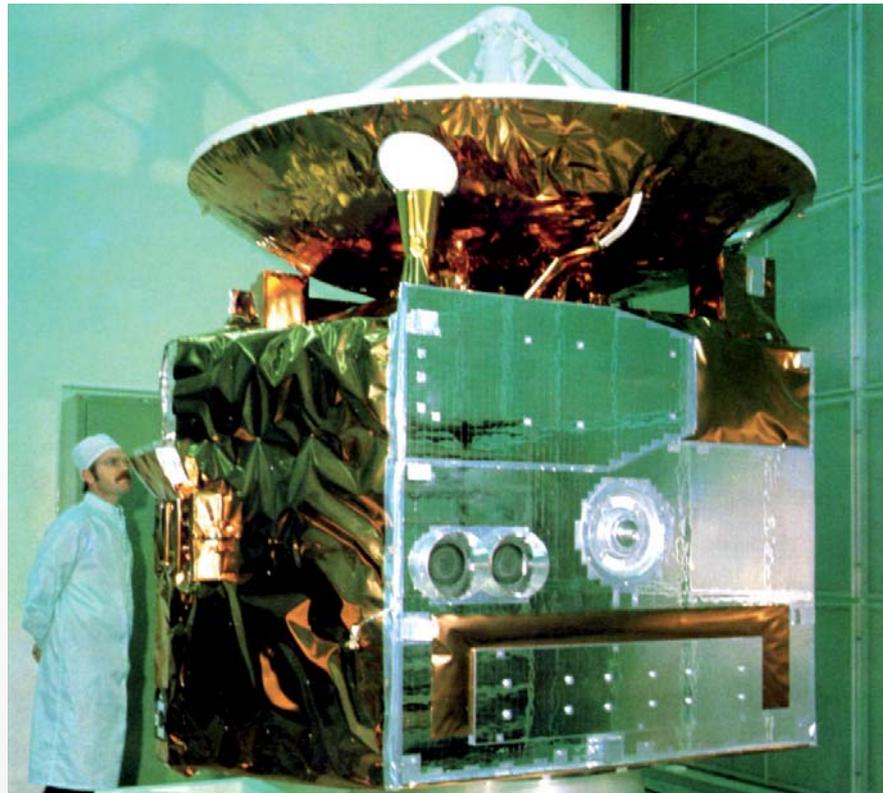
Die erste Stufe der L3S, genannt Drakkar und inspiriert von Europa III, verwendet vier VIKING-Motoren, die zweite Stufe hat einen VIKING-Motor, während die dritte Stufe vom kryogenen Motor HM7B angetrieben wird, der vom HM 4 abgeleitet ist.

Dieses Projekt wird nach seiner Validierung durch CNES dem französischen Parlament vorgelegt und am 31. Juli 1973 auf der sechsten Europäischen Weltraumkonferenz genehmigt und schließlich für Europa vorgeschlagen.

Frankreich verpflichtet sich, einen finanziellen Beitrag von mehr als 60 % zu leisten und die volle Verantwortung für Kostenüberschreitungen von mehr als 120 % zu tragen. Im Gegenzug soll CNES der einzige Hauptauftragnehmer unter der Kontrolle der ESA sein.

Schließlich wird von den europäischen Partnern folgende Vereinbarung beschlossen:

- CNES wird der alleinige Verantwortliche für Technik und Koordination sein.
- Frankreich beteiligt sich an der Finanzierung des von Großbritannien beantragten Programms MAROTS (Maritime Orbital Test Satellite).
- Frankreich beteiligt sich auch an der Finanzierung des von Deutschland beantragten SPACELAB-Programms. SPACELAB ist ein Weltlabor, das in der Ladebuch des



Maritimer Testsatellit MAROTS.

amerikanischen Space Shuttles installiert sein wird.

Nach Gesprächen zwischen den europäischen Partnern einigt man sich für die neue L3S-Trägerrakete auf den Namen ARIANE.

### Entwicklung des Ariane-Programms

CNES beginnt mit Management-spezifikationen, die für alle Hersteller im Programm gelten. Die Entwicklung der Ariane stößt nicht auf größere Probleme, und die Fristen werden eingehalten. Der Erstflug ist für den 15. Dezember 1979 geplant. Aufgrund des zu geringen Drucks in der Brennkammer eines der vier Triebwerke zum Zeitpunkt der Zündung stoppt der Bordcomputer die Versorgung der Triebwerke und der Start findet nicht statt. Tatsächlich ist dieses Druckproblem auf Schwierigkeiten mit dem Mess-Sensor und nicht auf das Motordesign zurückzuführen. Der Startversuch vom 24. Dezember 1979 ist dann ein Erfolg und der Flug verläuft perfekt, einschließlich des Satelliten als fiktiver Nutzlast in Form einer Technologiekapsel.

Der zweite Flug ist ein Misserfolg aufgrund von Verbrennungsinstabilitäten. Nach einer Modifikation der

Injektoren werden die Flüge ein Jahr später wieder aufgenommen. Der fünfte Flug scheitert aufgrund eines Getriebetoleranzproblems für die kryogene Turbopumpe der dritten Stufe: Ihre Zahnräder müssen sich am schnellsten mit Geschwindigkeiten von 60.000 Umdrehungen pro Minute drehen. Nach neun Monaten zusätzlicher Tests finden die nächsten sechs Flüge zwischen 1983 und 1986 erfolgreich statt. Der Startplatz ist derjenige, der in Kourou für die Europa-2 mit einigen Anpassungen gebaut wurde.

Die Anfangsleistung der Ariane-1 liegt bei 1.700 kg für die geostationäre Umlaufbahn. Die Trägerrakete ist mit ihren Parametern skalierbar und die Versionen Ariane-2 und -3 werden die Ariane-1 ablösen, um sich an den amerikanischen Wettbewerb und die Bedürfnisse des Marktes anzupassen, der sich in Richtung schwererer Satelliten bewegt. Um wettbewerbsfähig zu sein, verwendet Ariane für die Nutzlast(en) ein Dual-Launch-System namens SYLDA (Système de Lancement Double Ariane), um die Startkosten für Kunden zu optimieren. Elf Ariane-1-Flüge finden statt. Die Ariane-2-Version ermöglicht den

Start von Nutzlasten von 2.200 kg durch eine leichte Erhöhung des Drucks der Brennkammern und durch die Verlängerung der dritten Stufe für zwei Tonnen zusätzlichen Treibstoff. Es finden fünf Ariane-2-Flüge statt.

Die Ariane 3-Version bietet dank der Aufrüstung mit zwei Feststoff-Boostern eine Leistung von 2.700 kg. Die Ariane 3 fliegt bis 1988 zehnmal. Die Ariane 4 wird die letzte Weiterentwicklung der Ariane 1 sein. Die erste Stufe wird für mehr Treibstoff verlängert, um insgesamt 220 Tonnen Treibstoff zu transportieren.

Es wird möglich, zwei oder vier (oder keine) Fest- oder Flüssigtreibstoff-

Booster hinzuzufügen (0, 2L, 2P, 2L+2P, 4P, 4L), was zu sechs Versionen führt und in der leistungsstärksten Version, der Ariane 44L-Version mit vier Flüssigtreibstoff-Boostern, Nutzlasten von 4.300 kg ermöglicht. Die Firma ERNO in Bremen baute die zweite Stufe und die Flüssigtreibstoff-Booster.

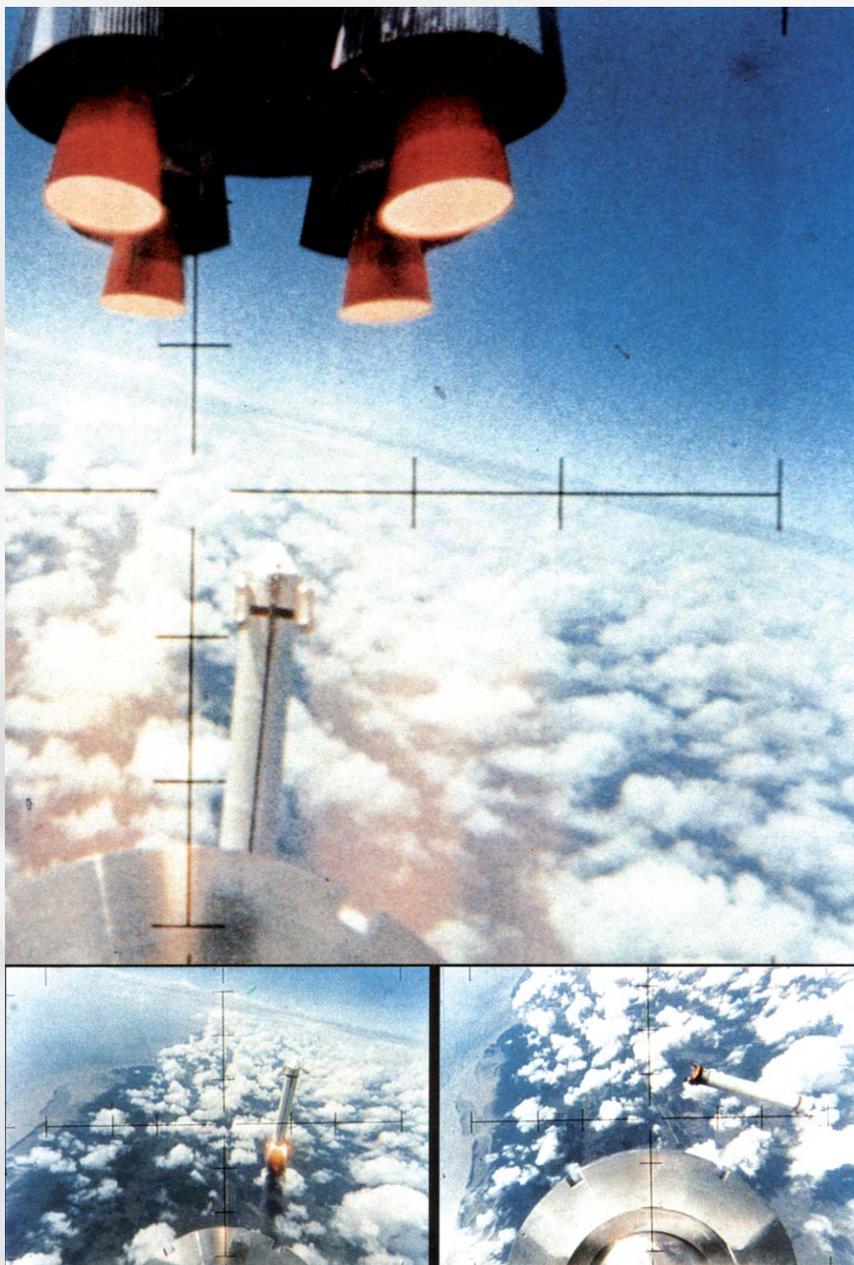
Ein neuer Startplatz, die ELA2 (Ensemble de Lancement Ariane No. 2), wurde eingerichtet. Eine neue Organisation der Vorbereitungs- und Startgebäude verkürzte die Zeit zwischen zwei Starts von 28 auf 18 Tage. Der erste Start ist am 15. Juni 1988, und 116 Starts finden mit drei Fehlschlägen statt. Alle Versionen von

Ariane 1 bis Ariane 4 verwenden Viking-Triebwerke, die bei LRBA entwickelt wurden.

Die Entwicklung des Durchschnittsgewichts der Satelliten auf zwei Tonnen übersteigt bald die Kapazität der Ariane 4. Eine neue Version, Ariane 5, soll den Bedürfnissen des Marktes gerecht werden. Diese Version wird auf technischer Ebene völlig neu konzipiert, während die Versionen von Ariane 1 bis Ariane 4 Weiterentwicklungen im Vergleich zur ursprünglichen Trägerrakete, der Ariane waren.

### Zum Abschluss

Bei der Konstruktion von Träger- raketen (bei der V2 anfangend, hier als Beispiel genannt die französischen Véronique, Diamant, Coralie, Ariane..., ebenso wie jene aus Russland: Proton, Sojus und USA: Atlas, Saturn, Delta...) müssen neben vielen anderen Aspekten und Parametern zwei extrem wichtige technische Teilbereiche beherrscht werden, „ohne die nichts geht“: Der Antrieb mit seinen Triebwerken und die Bordsteuerung mit Lageregelung und Bahnkontrolle.



Links: Boostertrennung bei der Ariane 3. Rechts: Ariane 4 mit vier Flüssigtreibstoffboostern (Ariane 44L, Nr. V150).



Am 4. Juni 1996 endete der Erststart der Ariane 5 (Flug V88, Seriennummer 501) durch einen Softwarefehler in der Steuereinheit bereits nach 40 Sekunden mit der Selbstzerstörung, weil die Rakete vom Kurs abkam. Die vier Cluster-Satelliten gingen verloren.



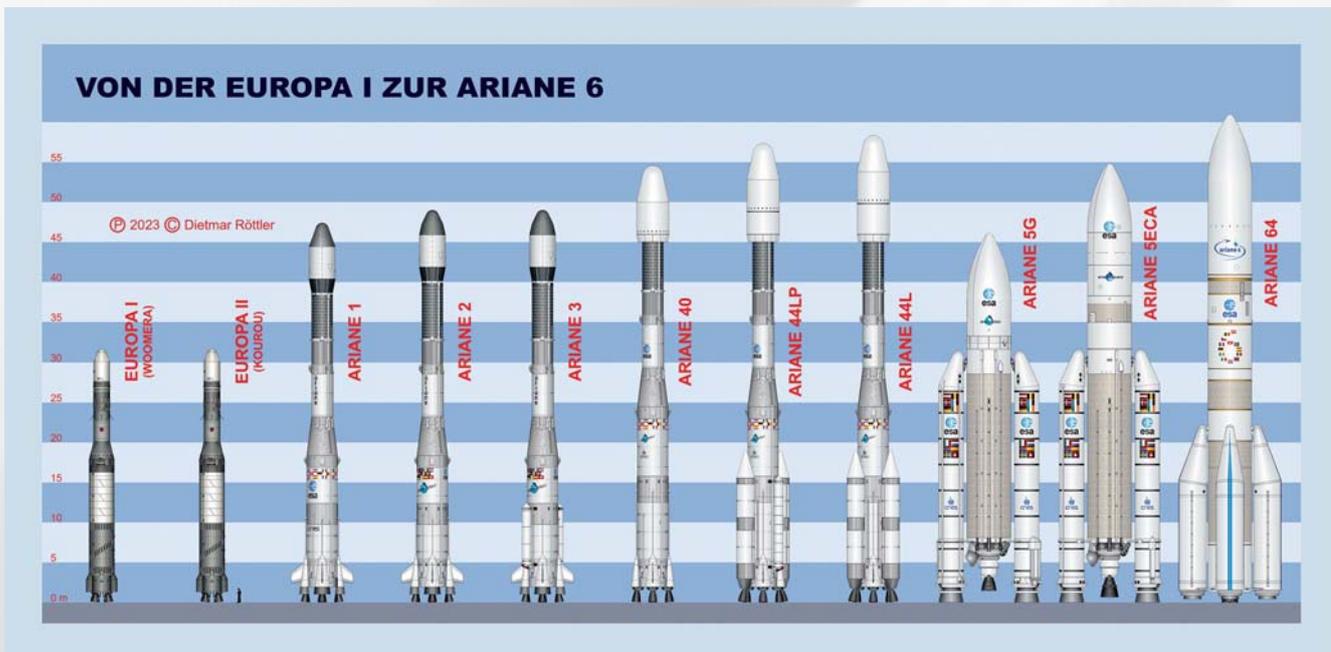
Foto: Christian Vanpouille

Diese Teilbereiche stellen in der Regel die größte Herausforderung bei der Entwicklung dar.

Die Lagekontrolle ist besonders in der Anfangsphase des Aufstiegs von Bedeutung, wo aerodynamische Steuerflächen wenig bewirken, da braucht es eine 3-Achsensteuerung gegen die Abweichungen im Azimuth-, Elevations- und Rollwinkel um die Längsachse der Rakete. Um das alles unter Kontrolle zu halten, wird eine veritable Bordsteuerung benötigt – in den Anfangzeiten der V2, und noch zwei Jahrzehnte später als spezielle Analogrechner konzi-

piert, später dann mit dem Fortschritt der Halbleiter und Rechnerntechnik ersetzt durch Digitalcomputer bis heute...

Die Tatsache, dass alle Triebwerke von Véronique bis Diamant und dann von Ariane 1 bis Ariane 4 vom Ingenieur Karl-Heinz Bringer konstruiert wurden, dass seine Peenemünder Ingenieurskollegen von der anderen Fakultät der elektronischen Steuerungstechnik, Otto Müller und Helmut Habermann, auch ihr Wissen beim LRBA einbrachten – diese Tatsache ist Teil der Antwort auf die Frage: Hat Frankreich von Peenemünde geerbt?



Grafiken: Dietmar Röttler, Fotos: wenn nicht anders angegeben ARIANESPACE, CNES, ESA, Archiv.

# Die andere Deutsche Raumfahrt (Teil 10)

## Kosmonautenbesuche (5)



## Waleri Bykowski, Wladimir Axjonow: Salut Sojus! ... und die Multispektralkamera

Von Bernd Ruttmann

Erst elf Jahre nach dem Besuch der Kosmonauten Beljajew und Leonow gab es wieder eine triumphale Rundfahrt sowjetischer Kosmoshelden durch Ostdeutschland. Die Reisezeit vom 12. bis 16. Oktober 1976 konnte „ganz nebenbei“ zu propagandistischen Zwecken im „Wahlkampf“ zur Volkskammer, dem Parlament der DDR, genutzt werden.

Der Anlass war dann doch ein besonderer, denn zwischenzeitlich erregten Gäste „aus dem All“ wesentlich weniger Aufsehen wie zum Beispiel Pawel Popowitsch 1971 und Anatoli Filiputschenko 1973 sowie Anfang Mai 1976. Der Aufenthalt des US-Astronauten Gerald P. Carr im Juni 1976 wurde sogar mit (Staats-)Macht „auf Sparflamme“ gehalten (siehe RC-124/125).

### Es begann mit „Interkosmos“

Die DDR hatte in dem 1967 gestarteten Interkosmos-Programm sozialistischer Länder ihre Spezialisierung im wissenschaftlichen Gerätebau gefunden und deckte damit vorrangig eigene Forschungsschwerpunkte ab. Dabei ging es anfänglich um die Ausrüstung sowjetischer oder gemeinschaftlicher Satelliten und Raumsonden unterschiedlicher Zweckbestimmung. In der weiteren Entwicklung der Zusammenarbeit profilierte sich das Institut für Elektronik (IE) der Akademie der Wissenschaften (AdW), das spätere Institut für Kosmosforschung (IKF), zur Leiteinrichtung für die Raumfahrt der DDR.

Die Anforderungen aus Moskau wuchsen und konnten durch den Eigenbau im IE/IKF nicht mehr gedeckt werden. Insbesondere der Einstieg der ostdeutschen Wissenschaft in die beamtete Raumfahrt der Sowjetunion

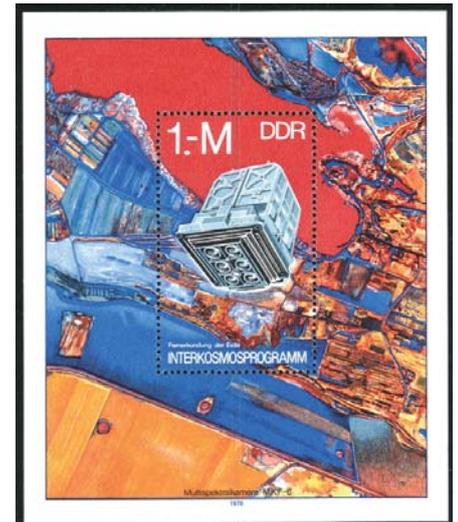


„Sojus 22“ und die MKF-6 auf einer Briefmarke. Die spezielle Vorrichtung zur Aufnahme der MKF-6 am Bug fehlt hier. Der abgebildete Kopplungsadapter war nicht vorhanden, weil überflüssig. Im Hintergrund ist die Raumstation „Salut 6“ zu sehen. Im Gegensatz zu „Sojus 22“ hatten deren Raumschiffe keine Solaranlagen. Die stattdessen verwendeten Akkumulatoren mussten lediglich vom Start bis zur Ankopplung durchhalten. (siehe auch Typenblatt Sojus 22 in RC 9 vom Oktober 1999)

Briefmarken: Sammlung Reinhard Nitkowski

sollte mit der Einbindung von Hochschulen und Industriebetrieben eine neue Entwicklungsstufe einläuten. Letzteres war eine grundlegende Voraussetzung zur Bereitstellung komplexer Kapazitäten für die fotografische Fernerkundung der Erde.

Die UdSSR hatte aus der Vorbereitung und Absicherung des Gemeinschaftsfluges eines Sojus-Raumschiffs mit einer Apollo-Kapsel aus dem Jahr 1975 (Apollo Sojus Test Project – ASTP) noch eine letzte von sechs Flugeinheiten „übrig“ (Objekt 7K-TM/F)\*. Im Gegensatz zur seinerzeit aktuellen Sojus-Serie 7K-T war dieses Exemplar für ein autonomes Freiflugprogramm ausgelegt, ohne die aus Gründen der Energieversorgung zwingend erforderliche Ankopplung an eine Raumstation des Typs Salut. Es sollte dem Interkosmos-Programm zur Verfügung gestellt werden. Aus dem Kreis der Partnerländer überzeugte die



Briefmarkenblock mit der Multispektralkamera MKF-6. Der Hintergrund der Marke und der Blockrand zeigen eine bearbeitete Multispektralaufnahme von „Sojus 22“, das Gebiet Süßer See in der Umgebung der Lutherstadt Eisleben.

Bewerbung der DDR die Entscheider im Moskauer Institut für Kosmosforschung (IKI). Die überzählige „Sojus“ diente somit dem Programm „Raduga“ (deutsch: Regenbogen) für die Fernerkundung der Erde. Dafür entwickelte der VEB Carl Zeiss Jena, im Ostblock führend auf dem Gebiet der Optoelektronik, binnen Jahresfrist die sechskanalige Multispektralkamera MKF-6. Eile war geboten, denn das „Verfallsdatum“ des eingelagerten Raumschiffs setzte gnadenlos die Fristen.

Die Kamera wurde während eines einwöchigen Fluges an Bord von „Sojus 22“ eingesetzt. Die Kosmonauten Waleri Bykowski und Wladimir Axjonow absolvierten ein umfangreiches Programm, das von Wissenschaftlern der Sowjetunion und der DDR ausgearbeitet worden war. Sie fertigten insgesamt 14.000 Aufnahmen der Erde und erfassten damit eine Fläche von



Bykowski und Axjonow trainieren die Bedienung der Multispektralkamera MKF-6 in einer Sojus-Orbitalsektion. Links im Bild die Konsole des Steuergeräts, auf dem Arbeitstisch eine offene Fotokassette vor dem Filmwechsel.

Quelle: ZEISS Archiv

tionen. Parallel dazu fanden themenbezogene Kolloquien unter Beteiligung der Astronautischen Gesellschaft und der URANIA statt. Aktuelle Fernerkundungsdaten, Gerätebeschreibungen sowie entsprechende Abbildungen in den Publikationen und Vorträgen zogen dann schon wieder den Argwohn des Ministeriums für Staatssicherheit (MfS) auf sich. Den Geheimdienstlern mit Zuständigkeit für den „Sicherungsbereich Raumforschung Interkosmos“ war vermutlich jede fachlich anspruchsvolle Veröffentlichung suspekt (siehe auch RC-113, Seiten 48-51).

### Rundreise in vier Tagen

Der Kosmonautenbesuch im Oktober 1976 ähnelte im Wesentlichen den vorangegangenen Ereignissen dieser Art. Das lässt sich aus dem nächsten Propaganda-Bildband ersehen, der im Januar 1977 erschien, ganz nach dem Vorbild einer entsprechenden Buchveröffentlichung zur Freundschaftsreise Gagarins und Tereschkows, dreizehn Jahre zuvor. Unter dem Titel

20 Millionen Quadratkilometern. Wenige Wochen nach der glücklichen Rückkehr aus dem All bereisten die beiden Raumfahrer den Arbeiter- und Bauern-Staat. Die DDR-Raumfahrtpublizistik profitierte partiell von neuen Möglichkeiten, die das Projekt „Raduga“ und

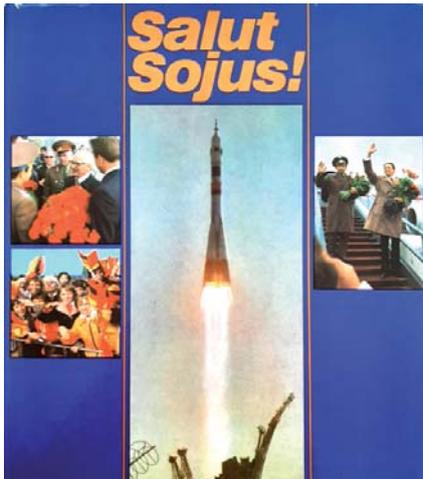
der anschließende Freundschaftsbesuch eröffneten. Kompetente Autoren aus dem IE, der AdW und der Industrie veröffentlichten neue Bücher und Sammelbände, u.a. im Akademie-Verlag. Die Inhalte boten einen beachtlichen Anteil an Neuigkeiten und zusammenhängenden Informa-



Kundgebung im Innenhof des Hauptbetriebes VEB Carl Zeiss Jena am 14. Oktober 1976. Wladimir Axjonow (1. Reihe, 2.v.l.) und Waleri Bykowski bedanken sich in Anwesenheit von Politprominenz bei den Arbeitern und Ingenieuren dieses führenden Unternehmens der Optoelektronik für die Weltraumkamera MKF-6 und berichten über deren ersten Weltraumeinsatz. Rechts neben Bykowski der damalige Generaldirektor von Zeiss, Wolfgang Biermann. Quelle: ZEISS Archiv

„Salut Sojus!“ gab es wieder ein reich bebildertes Druckwerk, das diesmal nicht nur mit Losungen zum Aufbau des Sozialismus, sondern auch mit nicht enden wollenden monotonen politischen Botschaften der Partei- und Staatsführungen der DDR und der Sowjetunion aufwartete.

„Die Helden des Kosmos besuchen die Helden der Arbeit“ – dieses Motto bestimmte abermals den Kontext. Einen Unterschied machte der Farbanteil und eine 15-seitige Fotoreihe über Vorbereitung und Durchführung des Raumfluges von „Sojus 22“ mit der Kameraeinheit MKF-6 an Bord. Die Fahrt durch das Land führte von Berlin nach Leipzig, Erfurt, Weimar, Gera, Zwickau, Karl-Marx-Stadt (Chemnitz), Dresden und wieder zurück in die Hauptstadt. Eine wichtige Station war Jena, wo die Multispektralkamera entwickelt und



Titelbild des Bildbands „Salut Sojus!“ über die Freundschaftsreise der Kosmonauten Bykowski und Axjonow durch die DDR, der im Januar 1977 in einer Auflage von 25.000 Exemplaren im F.A. Brockhaus Verlag Leipzig erschien. Quelle: Sammlung Autor; Repro: Alina Graf

gebaut worden war. Die Begegnung der Kosmonauten mit Vertretern des Herstellerwerkes VEB Carl Zeiss Jena diente jedoch nur der Öffentlichkeitsarbeit. Eine gemeinsame Auswertung des Forschungsfluges und der Ergebnisse der Erdfernerkundung sah das Programm nicht vor. Sicherlich fehlten dafür auch die Zeit und eine entsprechende Vorbereitung. \*\*

Die Mission „Sojus 22“ bildete dann auch den Auftakt für eine neue Ära der bemannten Raumfahrt. Im Hintergrund dieses Ereignisses vollzog sich die erste Runde der Auswahl geeigneter Kandidaten der Interkosmos-Länder Polen, ČSSR und DDR für die Kosmonauten-Ausbildung. Die Multispektralkamera MKF-6 wurde nach den Erfahrungen des ersten Einsatzes im Erdorbit zur MKF-6M weiterentwickelt und gehörte fortan zur Standardausrüstung langlebiger sowjetischer Raumstationen.

Ein Höhepunkt des Aufenthalts in Dresden war der Termin in der Technischen Hochschule. Prof. Dr. Fritz Liebscher, Rektor der TH, informierte die Raumfahrer über Forschungsschwerpunkte und Beiträge seines Hauses für die Interkosmos-Kooperation.

Den beiden Kosmonauten mögen diese vier Tage in der DDR ähnlich anstrengend erschienen sein wie der Weltraumflug selbst. Umso bewundernswerter waren Bykowskis und Axjonows freundliches und verbindliches Auftreten gegenüber jedermann, vom Generalsekretär der Staatspartei bis zur Produktionsarbeiterin im Kombinat VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin Treptow. Die Ehrengäste äußer-

ten Wertschätzung und Dank für den herzlichen Empfang, den ihnen die Bevölkerung allerorts bereitete.

Zur Verabschiedung am Flughafen Berlin Schönefeld war dann wieder „großer Bahnhof“ angesagt. Fast das gesamte Politbüro der SED war angetreten, mit dem Generalsekretär Erich Honecker an der Spitze. Letzterer konnte mit dem Erfolg des Besuchsprogramms zufrieden sein, wie einst sein umtriebiger Vorgänger Walter Ulbricht.

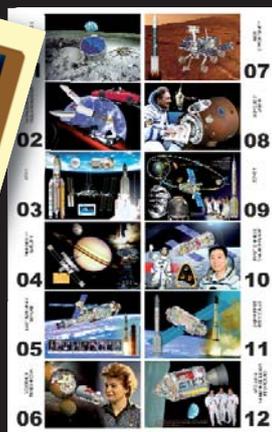
Waleri Bykowski sollte zwei Jahre später ein Déjà-vu erleben, als er, nun als Kommandant von „Sojus 31“, wieder eine Kosmonauten-Rundreise durch die DDR zu bestreiten hatte. Diesmal würde alles noch ein paar Nummern größer ausfallen, denn der sozialistische deutsche Staat hatte einen ganz besonderen Grund zum Feiern.

\*) Die Sowjetunion hatte für das ASTP insgesamt sechs (!) Raumschiffe produziert. Zwei davon flogen im Jahr zuvor bei unbemannten Testflügen unter den Tarnbezeichnungen „Kosmos 638“ und „Kosmos 672“. Die dritte Sojus-Modifikation startete bemannt als „Sojus 16“ zu einer Generalprobe. Das Muster Nr. 4 (nie geflogen und später demontiert) diente als Reserve für den „heißen“ Start der Nr. 5 („Sojus 19“) am 15. Juli 1975.

\*\*\*) Das sollte sich nach dem nächsten kosmischen Großereignis mit DDR-Beteiligung, dem Flug „Sojus 31“ - „Salut 6“, ändern. Auch hier spielte die MKF-6 die missionsbestimmende Rolle (siehe Fortsetzung in RC-127).

Anzeige

## RAUMFAHRTKALENDER 2023



Ausgewählte Monatsereignisse mit Grafiken von Dietmar Röttler  
Format A2 oder A3,  
Englisch mit deutschem Anhang

Preis: 15,00 € (A2), 12,00 € (A3)  
inkl. Versand.

# Starship bereit zum Start

Die größte Rakete aller Zeiten ragt 120 Meter in die Höhe. Der erste Flug in den Orbit soll noch im März stattfinden.

Der Wet Dress Rehearsal ist erfolgreich verlaufen. Dabei wurden beide Stufen -der Super Heavy Booster und das darauf sitzende eigentliche Starship- mit 4.600 Tonnen Treibstoff (flüssiger Sauerstoff und Methan) befüllt.

Für den ersten Flug in den Orbit ist geplant, dass der Booster 7 kurz nach dem Start in den Golf von Mexiko stürzt.

Das Ship 24 soll die Erdkugel umkreisen und in der Nähe von Hawaii wieder zur Erde zurückkehren.

Im September 2022 wurden alle 6 Triebwerke des Ship 24 erfolgreich getestet.

Am 9. Februar liefen 31 der 33 Raptor-Triebwerke normal. Eines kapitulierte während des Feuerstests von selbst. Ein weiteres Triebwerk musste von dem Missionsteam abgeschaltet werden. Laut Musk würden die 31 Aggregate aber ausreichen, um das Raumschiff in die Umlaufbahn zu befördern, was noch im März oder April geschehen soll.



Das Vehikel ist komplett zusammengebaut und wartet auf das „go“ auf der SpaceX South Texas Launch Site.



Selbst aus dem All ist die Riesenrakete zu sehen, fotografiert vom Erdbeobachtungssatelliten Pléiades Neo. Foto: Airbus



Fotos: SpaceX

# Willkommen im Club (Folge 123)

## 579 Yozo Hirano (Hirano Yozo)



**12. Oktober 1985:** Geboren in Imabari, Shikoku, Japan.  
 Tätigkeit als Casting Director der Firma ZOZO, Ltd.  
 Tätigkeit als Produzent bei SPACETODAY  
**13.05.2021:** Nominierung als Raumflugteilnehmer für die Sojus MS-20 Mission.  
**08.12.2021:** Start zum ersten Einsatz (Sojus MS-20).

Yozo Hirano – Raumflugteilnehmer – 579. Raumfahrer der Welt – 14. Astronaut Japans.

## 580 Denis Wladimirowitsch Matwejew



**25.04.1983:** Geboren in Leningrad, UdSSR.  
**2000:** Abschluss Schulausbildung, Oberschule „Wladimir M. Komarow“, Sternenstädtchen.  
**2006:** Abschluss Studium, Moskauer Staatliche Technische Universität „Nikolai E. Bauman“ (MGTU), RF.  
**2009:** Leitender Ingenieur, FGBU „NII ZPK Juri A. Gagarin“, Sternenstädtchen.  
**12.10.2010:** Auswahl für die Roskosmos-Kosmonautengruppe.

2010 bis 2012: Kosmische Grundausbildung – OKP.  
**19.05.2021:** Nominierung für Sojus MS-21 Mannschaft.  
**20.01.2022:** Bestätigung für MKS 67-Mannschaft.  
**18.03.2022:** Start zum 1. Raumflug (Sojus MS-21).

Denis W. Matwejew – 580. Raumfahrer der Welt – 128. Kosmonaut der Russischen Föderation.

## 581 Sergej Wladimirowitsch Korsakow



**01.09.1984:** Geboren in Frunse, Kirgisische SSR, UdSSR.  
**2006:** Abschluss Studium, Moskauer Staatliche Technische Universität „Nikolai E. Bauman“ (MGTU).  
**2006:** Mitarbeiter des Unternehmens „Info Kapital Group“.  
**08.10.2012:** Auswahl für die Roskosmos-Kosmonautengruppe.  
**2012 bis 2014:** Kosmische Grundausbildung – OKP.

**19.05.2021:** Nominierung für Sojus MS-19-Reservemannschaft und Sojus MS-21-Flugmannschaft.  
**20.01.2022:** Bestätigung für MKS 67-Mannschaft.  
**18.03.2022:** Start zum 1. Raumflug (Sojus MS-21).

Sergej W. Korsakow – 581. Raumfahrer der Welt – 129. Kosmonaut der Russischen Föderation.

## 582 Lawrence S. Connor



**07.01.1950:** Geboren in Albany, New York, USA.  
**1972:** Abschluss Ohio University, Athens, Ohio, USA.  
**bis 1990:** Inhaber der Firma Orlando Computer Corp.  
**1992:** Gründung von Connor, Murphy & Buhrman.  
**2003:** Gründung der The Connor Group.  
**2007:** Gründung der Connor Group Kids & Community Partners.  
**26.01.2021:** Nominierung für Axiom 1.

**08.04.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Axiom 1).

Lawrence S. Connor – 582. Raumfahrer der Welt – 353. Astronaut der USA.

## 583 Eytan Meir Stibbe



**12.01.1958:** Geboren in Haifa, Israel.  
 High School, Ramat Gan, Israel.  
 Bachelor of Science in Mathematics & Computer Science, Bar Ilan University.  
 Master of Science in Business Administration, European University, Belgien.  
 Pilotenausbildung, Kampfpilot.  
 Berater der israelischen Luftfahrtindustrie.  
 Gründer der Firma LR.

**2010:** Investmentgesellschaft Vital Capital  
**26.01.2021:** Nominierung für Axiom 1.  
**08.04.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Axiom 1).

Eytan M. Stibbe – 583. Raumfahrer der Welt – 2. Astronaut Israels.

## 584 Mark Laurence Pathy



**Juli 1969:** Geboren in Montreal, Quebec, Kanada.  
 Chief Executive Officer (CEO), MARVIK, Montreal.  
 Bachelor of Arts, University of Toronto.  
 Master of Arts in Business Administration.  
**26.01.2021:** Nominierung für Axiom 1.  
**08.04.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Axiom 1).

Mark L. Pathy – 584. Raumfahrer der Welt – 11. Astronaut Kanadas.

## 585 Robert Thomas Hines, Jr.



**11.01.1975:** Geboren in Fayetteville, North Carolina, USA.  
**1999:** U. S. Air Force Officer Training School, Maxwell AFB.  
 Instructor Pilot, Columbus AFB. F-15E „Strike Eagle“ Training, Seymour Johnson AFB.  
**2008 und 2010:** Master of Science.  
**2011:** Wing Plans Officer, USAF Reserve, NAS Fort Worth Joint Reserve Base – Carswell Field.  
**2012:** Research Pilot, Aircraft Operations Division,

Flight Operations Directorate, JSC, Houston.  
**07.06.2017:** Auswahl für die 22. Astronautengruppe.  
**2017 bis 2020:** Grundausbildung, JSC.  
**12.02.2021:** Nominierung für die SpX Crew-4 Mission.  
**27.04.2022:** Start zum ersten Raumflug (SpX Crew-4).

Robert T. Hines, Jr. – 585. Raumfahrer der Welt – 354. Astronaut der USA.

## 586 Jessica Andrea Watkins



**14.05.1988:** Geboren in Gaithersburg, Maryland, USA.  
 Doctorate (Ph.D.), Geology, University of California.  
 Arbeit am Mars Science Laboratory Rover Curiosity, JPL, und Phoenix Mars Lander, ARC.  
**2009:** Chief Geologist, NASA Spaceward Bound Crew 86, Mars Desert Research Station.  
 Postdoctoral Fellow, Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology.  
**07.06.2017:** Auswahl für die 22.

Astronautengruppe.  
**2017 bis 2020:** Grundausbildung, JSC.  
**09.12.2020:** Auswahl für das Artemis-Programm.  
**16.11.2021:** Nominierung für die SpX Crew-4 Mission.  
**27.04.2022:** Start zum ersten Raumflug (SpX Crew-4).

Dr. Jessica A. Watkins – 586. Raumfahrer der Welt – 355. Astronaut der USA.

## 587 Xuzhe Cai (Cài Xūzhé)



**05.1976:** Geboren in Shenzhou, Provinz Hebei, VR China.  
**07.05.2010:** Auswahl für die Astronautengruppe (Y hángyuán) 2010.  
**04.06.2022:** Nominierung für die Shenzhou-14-Mission.  
**05.06.2022:** Start zum ersten Raumflug (Shenzhou-14).

Xuzhe Cai - 587. Raumfahrer der Welt - 14. Yuhangyuan Chinas

## 588 Dmitri Alexandrowitsch Petelin



**10.07.1983:** Geboren in Kustanai, Kasachische SSR, UdSSR.  
**2000:** Abschluss Schulausbildung, Gymnasium für Physik und Mathematik, Kustanai.  
**2006:** Abschluss Studium, Staatliche Universität Süd-Ural, Tscheljabinsk, in Flugzeug- und Hubschrauberbau.  
 Ingenieur-Konstrukteur bei der Firma NIK, Shukowski.  
**08.10.2012:** Auswahl für die Roskosmos-Kosmonautengruppe.

bis **06.06.2014:** Kosmische Grundausbildung - OKP.  
**03.11.2020:** Nominierung für die MKS-65.  
**19.05.2021:** Nominierung für die Sojus MS-22-Mannschaft.  
**18.03.2022:** Double für Denis W. Matwejew (Sojus MS-21).  
**21.09.2022:** Start zum ersten Einsatz (Sojus MS-22).

Dmitri A. Petelin - 588. Raumfahrer der Welt - 130. Kosmonaut der Russischen Föderation.

## 589 Francisco Carlos Rubio



**11.12.1976:** Geboren in Los Angeles, California, USA.  
 Dienstzeit am Fort Stewart, Georgia, USA.  
 Kampfeinsätze in Bosnien, Afghanistan und Irak.  
 Doctorate of Medicine (M.D.), Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda.  
 Battalion Surgeon, 10th Special Forces Group (Airborne), Fort Carson, Colorado.  
**07.06.2017:** Auswahl für die 22. Astronautengruppe.

bis **10.01.2020:** Grundausbildung am JSC.  
**09.12.2020:** Nominierung für das Artemis-Programm.  
**15.07.2022:** Nominierung für die Sojus MS-22-Mannschaft.  
**21.09.2022:** Start zum ersten Einsatz (Sojus MS-22).

Dr. Francisco C. Rubio - 589. Raumfahrer der Welt - 356. Astronaut der USA.



**Berichtigung:** In der Ausgabe 123 auf Seite 35 ist bei Nr. 574, Guangfu Ye (Yè Guāngfù), das Foto vertauscht worden. Auf dem Foto ist nicht Guangfu Ye sondern Hongbo Tang (Tāng Hóngbō) zu sehen.

Zusammenstellung: Jürgen Stark

## 590 Nicole Aunapu Mann



**27.06.1977:** Geboren in Petaluma, California, USA.  
**1995:** Abschluss Schulausbildung, Rancho Cotate High School, California, USA.  
**1999:** Bachelor of Science, Mechanical Engineering, U. S. Naval Academy, Annapolis, USA.  
 Angehörige des U. S. Marine Corps.  
**2001:** Master of Science, Mechanical Engineering, Stanford University, Palo Alto, USA.  
**2003:** Abschluss Pilotenausbildung.  
**2009:** Abschluss Testpilotenausbildung, U. S. Naval Test Pilot School, NAS Patuxent River, USA.

**17.06.2013:** Auswahl für die 21. Astronautengruppe.  
**09.07.2015:** Abschluss Grundausbildung.  
**03.08.2018:** Nominierung für Starliner Test Flight (CFT).  
**09.12.2020:** Nominierung für Artemis Programm.  
**06.10.2021:** Wechsel zu SpX Crew-5.  
**05.10.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Crew-5).

Nicole A. Mann - 590. Raumfahrer der Welt - 357. Astronaut der USA

## 591 Josh Aaron Cassada



**18.07.1973:** Geboren in San Diego, California, USA.  
**1991:** Abschluss Schulausbildung, White Bear Lake Area High School, Minnesota, USA.  
**1995:** Bachelor of Arts, Physics, Albion College, USA.  
**1997:** Master of Arts, Physics, University of Rochester, USA.  
**2000:** Doctorate (Ph.D.), High Energy Particle Physics, University of Rochester, USA.  
**2001:** Abschluss Pilotenausbildung, Wings of Gold, Naval Aviator.

**2006:** Abschluss Testpilotenausbildung, U. S. Naval Test Pilot School, NAS Patuxent River, USA.  
**17.06.2013:** Auswahl für die 21. Astronautengruppe.  
**09.07.2015:** Abschluss Grundausbildung.  
**03.08.2018:** Nominierung für Starliner First Mission (Starliner 1).  
**06.10.2021:** Wechsel zu SpX Crew-5.  
**05.10.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Crew-5).

Dr. Josh A. Cassada - 591. Raumfahrer der Welt - 358. Astronaut der USA

## 592 Anna Jurjewna Kikina



**27.08.1984:** Geboren in Nowosibirsk, Russische SFSR, UdSSR.  
 Abschluss Schulausbildung Oberschule Nr. 29, Nowosibirsk.  
**2005:** Ausbildung beim Ministerium für Katastrophenschutz.  
**2006:** Abschluss Studium, Staatliche Nowosibirsker Universität für Wassertransport, Wasserbauingenieur.  
**2008:** Abschluss Studium, Staatliche Nowosibirsker Universität für Wassertransport, Ökonom-Manager für Wirtschaft und Verkehrsmanagement.

**08.10.2012:** Auswahl für die Roskosmos Kosmonautengruppe.  
**06.06.2014:** Abschluss Kosmische Grundausbildung - OKP.  
**19.05.2021:** Nominierung für Sojus MS-21 Double Mannschaft und für Sojus MS-22-Mannschaft.  
**18.03.2022:** Double für Sergej W. Korsakow (Sojus MS-21).  
**15.07.2022:** Wechsel zu SpX Crew-5.  
**05.10.2022:** Start zum 1. Raumflug (SpX Crew-5).

Anna J. Kikina - 592. Raumfahrer der Welt - 131. Kosmonaut der Russischen Föderation

# Die Zeitreisen des Time Driver Cörling Jun. (Teil 7) Nos – der Prophet



**RC:** *Herr Time Driver, heute haben Sie uns wieder einen Auszug aus einem Tagebuch eines Zeitreisenden mitgebracht.*

**Cörling Jun.:** Ja, zwar eine kleine Notiz, aber inhaltsreich. Sie stammt von Nos.

Heute war mein letzter Tag. Zwei Jahre lang reiste ich durch die Jahrhunderte, zurück bis 3.000 vor Christi. Ich lernte den Gilgamesch kennen, die ägyptischen Pharaonen, sah die Gründung Roms und machte

Bekanntschaft mit vielen griechischen Philosophen, wie z.B. Sokrates, Platon und Aristoteles.

Niemand zuvor war so lange unterwegs. Nun sollte es zurück in meine Zeit gehen.

Doch nach wenigen Minuten versagte der Transformator.

Es ging weder zurück noch nach vorne. Ich saß unwiederbringlich im 16. Jahrhundert in einer französischen Provinz fest. Ich begann mit der Identitätssuche und wurde fündig. Die Person mit der optimalen Identitätsübereinstimmung nannte sich Michél de Nostredame.

Die Infiltration verlief problemlos. Fortan lebte mein Geist die meiste Zeit mit dem dieser Person in einem Körper.

Aber es war eine furchtbare Zeit. Sie war geprägt von vielen Krankheiten. Von 1518 bis 1550 kam es immer wieder zu Pestausbrüchen in Europa. Dank meiner Ausrüstung konnte ich meinen Wirt und mich selbst davor schützen. Aber sie raffte Michéls gesamte Familie dahin.

Auch konnte ich den höllischen Gestank dieser Zeit nicht ertragen. Kanalisation gab es noch nicht. Man schüttete alles, wirklich alles, einfach auf die Straße. Im Mittelalter hatte man die Uhr zurückgedreht. Der Fortschritt aus der Antike ging verloren, denn schon im alten Rom gab es eine Cloaca Maxima.

Ich versuchte meinen Wirt zum Studium zu bewegen. Aber genau in dieser Zeit gab es Unverträglichkeitserscheinungen, die zeitweise zur Raserei führten. Das Studium mussten wir abbrechen.

1529 gingen wir auf Wanderschaft, auch um die Infiltration zu beruhigen. Aber, wie schon beschrieben, war es



Meine damalige Behausung. Foto: Archiv



**Cörling Jun.:** Wir haben nie wieder etwas von ihm gehört. Die Zeitpolizei konnte aber zwei bemerkenswerte Entdeckungen machen. Zum einen wurden viele Verse in Ihrer heutigen Zeit nicht nur unterschiedlich und falsch interpretiert. Es stellte sich heraus, dass die meisten Ereignisse gar nicht die Zukunft, sondern seine Vergangenheit widerspiegeln. Das war auch logisch, denn Nos kam aus der Vergangenheit und hatte diese noch frisch im Gedächtnis. Zwar kannte er auch die Zukunft, aber für exakte Vorhersagen hätte er seine Unterlagen gebraucht. Die waren bei dem Crash jedoch vernichtet worden. Seine Zukunftsvisionen konnte er demzufolge nur vage und ohne Zeitangaben machen. Aber es gab natürlich auch markante Ereignisse mit einem relativ engen Zeithorizont. Diese beschrieb er zum anderen sehr deutlich, hat sie aber aus Angst nie veröffentlicht. Die Zeitpolizei entdeckte sie in einer Quantensphäre.

kein schönes Leben. Es mangelte immer an Geld, auch wenn Michél mit meiner Hilfe oftmals erfolgreiche Spekulationen abschloss.

Schließlich musste ich die Zeitdirektive verletzen, um meine eigene Existenz zu retten.

Da ich die Zukunft kannte, veröffentlichte ich Verse darüber. Sie mussten aber so vage gehalten werden, dass mich einerseits die Zeitpolizei nicht erwischen konnte und andererseits ich nicht wegen Ketzerei verbrannt wurde.

Endlich ermöglichte diese Arbeit ein erträgliches Auskommen, weg von den stinkenden Straßen.

Da ich aus dem Jahr 2242 kam, endeten hier auch meine Prophezeiungen.

**RC:** Gestatten Sie noch eine Frage, Herr Time Driver. In dem Tagebuch finden sich die Begriffe Identitäts-suche und Infiltration. Was ist darunter zu verstehen?

**Cörling Jun.:** In den ersten Jahren des Zeit-Tourismus reiste man auch physisch in die Vergangenheit. Das war sehr gefährlich, denn man war natürlich genauso verwundbar und sterblich, wie die Menschen in dieser Zeit. Dann entwickelte man ein Verfahren, dass man mit dem Geist eines anderen Menschen verschmolz. Der eigene Körper wurde mittels Quantentechnologie an einem anderen Ort geparkt und man konnte ihn nach Been-

digung seiner Mission wieder benutzen. In späteren Jahren sogar jederzeit, wenn es beliebte. Dies nutzten hauptsächlich Wissenschaftler, um in der fremden Zeit nicht aufzufallen.

**RC:** Das funktionierte problemlos?

**Cörling Jun.:** Nein, es gab Todesfälle, sowohl bei der Person als auch bei dem Zeitreisenden. Beispielsweise machte sich die Verschmelzung im Mittelalter als Besessenheit bemerkbar. Heute sagen Sie dazu dissoziative Identitätsstörung.

**RC:** Bedeutet das etwa, dass Menschen, die heute an dissoziativer Identitätsstörung leiden, den Geist eines Zeitreisenden beherbergen?

**Cörling Jun.:** Nein, das beruht auf einer langen evolutionären Vererbung, deren Ursache allerdings Zeitreisende waren.

**RC:** Ehrlich gesagt, bin ich jetzt sehr schockiert, dass solche Experimente in der Zukunft möglich sind.

**Cörling Jun.:** Leider gibt es auch in der Zukunft weiterhin dunkle Epochen. Neben den drastischen Veränderungen in der Geschichte, die durch Zeit-Hasardeure verursacht wurden, führten auch diese inhumanen Experimente schließlich zum Verbot des physischen Zeit-Tourismus.

**RC:** Was geschah mit dem Zeitreisenden später?

**RC:** Das ist spannend. Haben Sie Beispiele?

**Cörling Jun.:** Für 2023 sagte er: **Der neue Zar entfacht ein schreckliches Feuer. Doch bevor der Winter einzieht, gebieten Dynastien und Sultanate Einhalt. Machtlos ist man dagegen in der alten und neuen Welt.**

Dann für 2024 oder 2025: **Die große Seuche war vorüber. Doch neues Unheil zog herauf. Vögel brachten schlimmen Husten mit Fieber, Blut und Tod.**

Um 2035: **Aus der Erde und dem Wasser, vom Himmel und von überall kommt eine unsichtbare Macht. Nicht menschlich und verheißt nichts Gutes.**

**RC:** Nun, trotzdem vielen Dank und bis zum nächsten Mal.

Mit Time Driver Cörling Jun. sprachen Klaus Klick und Lena Wuppti. **Grafik:** Dietmar Röttler

## Letzte Meldung: Liebesgrüße aus Moskau



Nach seinem Abgang bei Roskosmos war Rogosin als militärischer Berater für den russischen Angriffskrieg in der Ukraine tätig. Zudem rief er sich zum Chef der Freiwilligen-Truppe "Die Wölfe des Zaren" aus. Foto: RIA

(RC) Der ehemalige russische Raumfahrtchef, Dmitri Rogosin, ist in den Krieg gezogen, natürlich nicht an die Front, sondern um klugzuscheißen. So war es selbst von Putintreuen Personen zu hören. Seine Kriegsaktivitäten beschränken sich zumeist auf Feiern nach bewährter russischer Sitte im Kreis Gleichgesinnter. In seinem Lieblingshotel in Donezk soll ihm dieses Gelage im Dezember 2022 zum Verhängnis geworden sein. Bei der Party schlugen plötzlich Geschosse ein. Nach eigenen Aussagen, seien drei mal vier Millimeter große Partikel über sein rechtes Schulterblatt eingedrungen. Außerdem hätte er weitere Splitter ins Gesicht und Gesäß bekommen.

Aus einer Wunde sei ein Splitter eines in Frankreich hergestellten Artilleriegeschosses gezogen worden. Diesen habe er an Pierre Lévy, Frankreichs Botschafter in Moskau, geschickt. Dem Splitter habe er auch noch einen Brief beigelegt.

Aus gewöhnlich gut unterrichteten Kreisen war dagegen zu hören, Rogosin habe sich die Verletzungen nach einem Sturz auf einen Glastisch zugezogen. Rogosin soll schon seit Jahrzehnten an einer Blutkrankheit leiden, die zu hohen  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ -Werten führt, die wiederum sein Vestibularsystem beeinträchtigen und zu orthostatischer Hypotonie führen.

## Allerletzte Meldung: Erzengel Donald Trump



Foto: Screenshot Telegram.

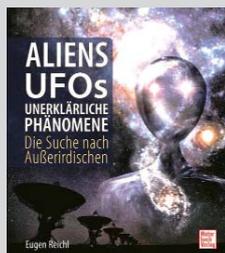
(RC) In der QAnon-Szene der „Reichsbürger“-Bewegung glauben Menschen an Botschaften einer anonymen Person, die sich im Internet Q nennt, einem vermeintlichen Topbeamten. Q propagiert, dass die "Befreiung" der Erde in einem gewaltigen galaktischen Kampf bevorsteht. Donald Trump wird dabei in Interpretationen von Qs Botschaften die Rolle zugewiesen, für die Allianz die Verbindung zu den Außerirdischen herzustellen. Seine nicht erfolgte Wiederwahl wird in der Szene deshalb als Betrug und ein letztes Aufbäumen böser Mächte angesehen.

Die ikonische Zeichnung links zeigt das Zusammentreffen von Trump mit Außerirdischen. "Donald Trump hat sich mit den 'Plejadiern' getroffen, er ist die inkarnierte Seele von Erzengel Uriel", steht in einem der größten deutschsprachigen Telegram-Kanäle zu Q. Trump besitze die vollständigen Informationen über die "Galaktische Föderation" und den Übergang in die neue Ordnung. Als "Plejadier" werden in der Szene himmlische Wesen bezeichnet, die im Kampf gegen "böse Mächte" helfen.

**Zusammenstellung:** Jutta v. Kalkutta

### Aliens, UFOs, unerklärliche Phänomene - Die Suche nach Außerirdischen

Eugen Reichl



288 Seiten, 175 Abb., Gebundenes Buch, 1. Auflage 2022 Motorbuch Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-613-04499-9 Preis: 39,90 €

Zur Einführung sei klargestellt: Der Autor beschäftigt sich grundsätzlich mit exakter Wissenschaft. Wenn dieser Titel den Rezensenten an entsprechende Literatur der 1970er Jahre erinnert, passt das augenscheinlich nicht zum bisherigen Werk eines Eugen Reichl.

Die Auflösung des scheinbaren Widerspruchs ist schnell gefunden, sobald man das Buch erst einmal durchblättert. Das Vorwort führt den Leser einfühlend an das Anliegen dieser Veröffentlichung heran und verspricht eine spannende Lektüre über die Geschichte des Universums und der Weltraumforschung. Und das in Bezug auf die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit außerirdischen Lebens in jeglicher Form.

Die oft verbreitete Oberflächlichkeit ähnlicher Schriften hat hier keinen Platz. Gut und schlüssig gliedert geht Eugen Reichl die Herkulesaufgabe an, das Universum zu erklären, Leben, Intelligenz und Bewusstsein zu definieren sowie die Geschichte der Astronomie auf entsprechende theoretische Ansätze ihrer Pioniere abzuklopfen.

Dann geht es um die Suche nach extraterrestrischer Intelligenz, die, als SETI bezeichnet, auf eine 60-jährige Geschichte ernsthafter astronomischer und astrophysikalischer Forschung zurückblicken kann. Außerdem fasst der Autor die Widerspiegelung seines Themas in den Medien zusammen. Damit sind wir dann bei der Science-Fiction mit UFOs in Literatur, Film und Fernsehen angekommen. Wie funktioniert der Erstkontakt oder waren DIE schon hier? Diesen Komplexen sind zwei weitere Kapitel gewidmet.

Die besondere Kompetenz des Autors aus seinem bisherigen Schaffen: Er berichtet über frühere, aktuelle und künftige Projekte der Kosmosforschung, die hauptsächlich oder auch „nur nebenbei“ der Suche nach außerirdischen Lebensformen galten und gelten. Insgesamt eine bemerkenswert komplexe, schlüssige und reich bebilderte Abhandlung, die viel mehr bietet als der Titel verspricht. Wer sich bereits mit der Thematik befasst hat, könnte nach dem Erwerb dieses Buches einige Plätze im Bücheregal freimachen.

**Benno Lewuwa**

# Aus dem Startkalender 2023

Start	Land	Trägerrakete	Hersteller	Nutzlast	Auftraggeber	Mission	Startort
17.02.	JPN	H-3-22S	Mitsubishi	ALOS-3	PASCO Corp.	Erdbeobachtung	Tanegashima
18.02.	USA	Falcon 9	SpaceX	Inmarsat 6-2	Inmarsat	Kommunikation	Cape Canaveral
26.02.	USA	Falcon 9	SpaceX	SpaceX Crew-6	NASA	ISS-Expedition	Cape Canaveral
27.02.	USA	Firefly-Alpha	Firefly Aerospace	9 Sats	NASA, Unis, u.a. AG	Technologieerprobung	Vandenberg
Febr.	USA	Falcon 9	SpaceX	O3b mPOWER 3&4	SES S.A.	Breitband Internet	Cape Canaveral
Febr.	USA	Falcon 9	SpaceX	World View Leg. 1&2	Maxar Technologies	Erdbeobachtung	Cape Canaveral
Febr.	USA	Terran 1	Relativity Space	"Good Luck, Have Fun"	Relativity Space	Erstflug/Testflug	Cape Canaveral
06.03.	USA	Falcon 9	SpaceX	SES 18&19	SES S.A.	Kommunikation	Cape Canaveral
11.03.	USA	Falcon 9	SpaceX	Dragon CRS-27	NASA	ISS-Versorgung	Cape Canaveral
13.03.	RUS	Proton-M	Churnichev	Olymp K2	MORF	militärische Nutzlast	Baikomur
24.03.	USA	Falcon Heavy	SpaceX	ViaSat 3 Americas	ViaSat Group	Breitband Internet	Cape Canaveral
März	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Sojus MS-23	Roskosmos	unbem. ISS-Mission	Baikonur
März	USA	Falcon 9	SpaceX	IM-1	Intuitive Machines	Test Nova C-Lander	Cape Canaveral
März	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Razdan 1	MORF	Aufklärung	Plessetsk
März	USA	Delta 4 Heavy	ULA	NROL-68	NRO	Aufklärung	Cape Canaveral
März	USA	Falcon 9	SpaceX	O3b mPOWER 5&6	SES S.A.	Breitband Internet	Cape Canaveral
März	USA	Falcon 9	SpaceX	SDA Tranche 0	SDA	14 DemoSats Aufklärung	Vandenberg
März	RUS	Proton-M	Churnichev	Express-AMU4	RSCC	Kommunikation	Baikomur
März	IND	GLSV	ISRO	OneWeb (36 Sats)	OneWeb Ltd.	Breitband Internet	Sriharikota
März	USA	Falcon 9	SpaceX	Nusantara Lima	PSN Group	Kommunikation	Cape Canaveral
März	USA	Vulcan Centaur	ULA	Peregrine/KuiperSat 1&2	Astrobotic/Amazon	Mondlander/Komm.	Cape Canaveral
März	USA	Super Heavy	SpaceX	Starship (SN24)*	SpaceX	1. Orbital Test Flight	Boca Chia B., TX
1. Qu.	USA	Falcon 9	SpaceX	World View Leg. 3&4	Maxar Technologies	Erdbeobachtung	Cape Canaveral
1. Qu.	IND	SSLV	ISRO	BlackSky (4 Sats)	BlackSky Global	Erdbeobachtung	Sriharikota
1. Qu.	ESA	VEGA C	Ariane Group	THEOS-2 HR	GISTDA (THA)	Erdbeobachtung	Kourou
1. Qu.	USA	Falcon 9	SpaceX	OneWeb (40 Sats)	OneWeb Ltd.	Breitband Internet	Cape Canaveral
01.04.	USA	Antares 230	Orbital ATK	Cygnus NG-19	NASA	ISS-Versorgung	Wallops Island
07.04.	USA	Falcon 9	SpaceX	Intelsat 40E/TEMPO	Intelsat/NASA	Komm./Atmosphäre	Cape Canaveral
14.04.	ESA	Ariane 5 ECA	Ariane Group	JUICE	ESA	Jupiter-Sonde	Kourou
April	USA	Falcon 9	SpaceX	Polaris Dawn/Crew Dr.	Private Initiative	bem. Orbitalflug+EVA	Cape Canaveral
April	USA	Atlas 5	ULA	CST-100 Starliner CFT	NASA	bem. Testflug ISS	Cape Canaveral
April	USA	Falcon 9	SpaceX	Transporter 7	div. AG	SSO Rideshare Mission	Cape Canaveral
April	USA	Falcon 9	SpaceX	Galaxy 37	Intelsat	Kommunikation	Cape Canaveral
April	USA	Falcon 9	SpaceX	SARah 2&3	Bundeswehr (GER)	Aufklärung	Vandenberg
April	USA	Firefly-Alpha	Firefly Aerospace	Victus Nox	USSF	Technologieerprobung	Vandenberg
April	USA	Falcon 9	SpaceX	Turksat 6A	Turksat A.S.	Kommunikation	Cape Canaveral
01.05.	USA	Falcon 9	SpaceX	Crew Dragon AX2	Axiom Space	Touristenflug ISS	Cape Canaveral
24.05.	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Progress MS-23	Roskosmos	ISS-Versorgung	Baikonur
25.05.	CHN	CZ-2F	CALT	Shenzhou 16	CMSA	CSS-Expedition	Jiuquan
Mai	CHN	Lijian 1	CAS Space	Fucheng 1/Tianyi 26	Spacety	Erdbeobachtung	Jiuquan
Mai	USA	Falcon Heavy	SpaceX	Echostar 24 (Jupiter 3)	Echostar HNS	Kommunikation	Cape Canaveral
Mai	CHN	CZ-7	CALT	Tianzhou 6	CMSA	CSS-Versorgung	Wenchang
Mai	USA	Electron KS	Rocket Lab	Tropics 3&5	MIT	Erdbeobachtung	Wallops Island
Mai	KOR	KLSV-II (NURI)	KARI	KASI-SAT A-D	KASI	Ionos-/Magnetosphäre	Naro Space C.
05.06.	USA	Falcon 9	SpaceX	Dragon CRS-28	NASA	ISS-Versorgung	Cape Canaveral
Juni	USA	Minotaur IV	Northrop Grumman	NROL-174	NRO	geheime Nutzlast	Vandenberg
Juni	ESA	Ariane 5 ECA	Ariane Group	Syracuse 4B/ Heinrich Hertz/Ovzon 3	MoD (FRA)/ DLR/Ovzon A.B.	Kommunikation	Kourou
Juni	USA	Electron KS	Rocket Lab	Tropics 6&7	MIT	Erdbeobachtung	Wallops Island
Juni	USA	Falcon Heavy	SpaceX	USSF 52	US Space Force	geheime Nutzlast	Cape Canaveral
2. Qu.	USA	Atlas 5	ULA	USSF 51	US Space Force	geheime Nutzlast	Cape Canaveral
2. Qu.	RUS	Sojus 2.1a	RKZ Progress	Obzor-R1	Roskosmos	Erdbeobachtung	Wostotschny

Hier nicht mehr einzeln aufgeführt: SpaceX plant weiterhin mindestens 2 Starts pro Monat mit Falcon 9 für das eigene Starlink-System.

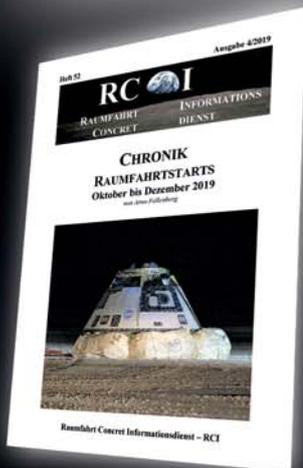
Startaufträge Dritter werden jedoch, insbesondere bei Startverzögerungen und -verschiebungen, vorrangig realisiert.

OneWeb-Starts für OneWeb Ltd. durch SpaceX (Falcon 9) und NSIL/ISRO (GLSV) vertraglich neu gebunden.

OneWeb-Starts mit Sojus 2.1b (Baikonur, Wostotschny) bzw. Sojus-ST-B (Kourou) seit März 2022 beendet.

\*) Im 2. Quartal 2023 sollen zwei weitere Orbitalflüge mit Starship SN25 und SN26 folgen.

Zusammenstellung: Bernd Ruttmann  
Berichtsstand: 20.02.2023



Liebe Leserinnen und Leser,

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

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



# Inhalt RC-126

.....04-07	Angewandte Raumfahrt
.....08-09	Angewandte Raumfahrt
.....10-13	Technologie
.....14-17	Thema
.....18-21	Interview
.....22-25	Technologie
.....26-28	Technologie
.....29-31	Jugend
.....32-39	Historie
.....40-42	Rückblick

Die Nase, die Krankheiten riecht

INNOspace Masters

Erstes indisches Privatunternehmen

Weltraumrecht

Wohnen im Weltraum

Die europäischen Kleinträger

Mit dem Schwungrad ins All

Sina Rathai: Kultur, Kunst und Raumfahrt

Frankreichs Weg in den Weltraum (Teil 4)

Die andere Deutsche Raumfahrt – Kosmonautenbesuche (Folge 5)

**Rubriken:** Aktuell (3), Rezensionen (13; 48), Wort und Bild (25; 43), Willkommen im Club (44-45), Science-Fiction (46-47), Bunte Ecke (48), Startkalender (49), Impressum (50).

**Typenblätter:** QUEQIAO & CHANG'E 4, TIANWEN-1



## Haben Sie noch alle Tassen im Schrank?

Wenn nicht, sorgen wir für Nachschub.

Wir geben jedes Jahr zwei Keramik-Kaffeetassen (300 ml) zu historischen Ereignissen heraus, kreiert von Dietmar Röttler.

Eine Tasse kostet 11,- Euro, zwei 20,- Euro.  
Versandkosten: 5,50 Euro.



### Impressum

©2023/ Herausgeber: Initiative 2000 plus e.V.  
Raumfahrt Concret erscheint im Verlag Iniplu 2000 im Jahr 2023 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 Schmalig (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, Dr. Wolfgang Both, Dr. Ralf Bülow.

**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: Wir machen Druck.de



**Anschrift der Redaktion**

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

**Bankverbindung:** Deutsche Bank  
Kontoinhaber: Initiative 2000 plus e.V.  
IBAN: DE33 1307 0024 0406 6668 06  
BIC: DEUTDE33

**Gerichtsstand:** Amtsgericht Neubrandenburg

**Redaktionsschluss:** 25.02.2023

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

Science Fiction | Fantasy | Horror  
Literatur | Wissenschaft | Multimedia | Kunst | Games



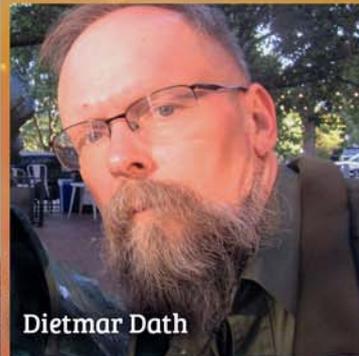
# METROPOLCON 2023



Was steht auf dem  
Programm?

KI, Kaiju, Klima und  
Kapitalismus, Algen,  
Anthologien, Astro-  
biologie und Androiden

und vieles mehr!



Die MetropolCon ist ein  
crossmediales Event, das  
die drei großen Genres  
der Phantastik  
zusammen-  
bringen will. Fantasy,  
Science Fiction und  
Horror unter einem Dach.

**18. - 20. Mai 2023 im silent green Kulturquartier Berlin**

Wir wollen, dass ihr alle im Mai dabei seid, denn unser Event soll groß und großartig werden. Der Beginn einer neuen Tradition, der Raketenstart in ungeahnte Galaxien, die Alchemie aus Gemeinschaft und Vorstellungskraft. Aber das schaffen wir nur gemeinsam. Wir freuen uns auf eure Unterstützung.

Tickets gibt es unter:

[www.metropolcon.eu/mitmachen/tickets/](http://www.metropolcon.eu/mitmachen/tickets/)



[www.metropolcon.eu](http://www.metropolcon.eu)

Scan and follow  
me to the website!



Scan and find  
our Merch at  
GetShirts!

**L.O.K.I.**

VEREIN ZUR FÖRDERUNG DER PHANTASTIK

Werdet Mitglied bei L.O.K.I. e.V.  
und unterstützt uns bei der  
Messeplanung oder werdet  
selbst Teil des Orga-Teams.



Willst du dabei  
gewesen sein,

wenn wir mit Weitsicht globale  
Gefahren verhindert haben?

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

 **OH B**