

€ 7,00

NEDERLANDSE VERENIGING VOOR RUIMTEVAART

2024|3

RUIMTEVAART

Tumbleweed
SPEXone
Starliner
Ariane 6
Celestis





Bij de voorplaat

Bijchrift cover: Eind september werd de LUNA faciliteit van ESA en DLR geopend, waarin operaties op het maanoppervlak kunnen worden gesimuleerd. [DLR/ESA]



Foto van het kwartaal

Bij de recente Starship testvlucht werd voor het eerst een terugkerende, 69 meter lange 'Super Heavy' rakettrap opgevangen door de lanceertoren. [SpaceX]

Van de hoofdredacteur:

Op het moment van schrijven is het IAC in Milaan net afgelopen. Daar liet een zustervereniging van de NVR, de *Italian Association of Aeronautics and Astronautics (AIDAA)*, zien dat het nog steeds mogelijk is voor een ruimtevaartvereniging om een succesvol IAC te organiseren mits de juiste partners gevonden worden. Voor AIDAA waren dat de *Italian Space Agency (ASI)* en het grote defensie, luchtvaart- en ruimtevaartbedrijf Leonardo. AIDAA is opgericht in 1920 en organiseert, vergelijkbaar met de NVR, conferenties, workshops, *roundtables* en competities, en geeft een tijdschrift "Aerotecnica Missili e Spazio" uit. Het AIDAA-bestuur bestaat uit vertegenwoordigers van Italiaanse universiteiten, het *Aerospace Research Center CIRA* en de ruimtevaartindustrie. Hoewel ruimtevaartverenigingen ooit de IAF opgericht hebben wordt hun rol binnen de organisatie steeds kleiner en daarom is het belangrijk om de belangen van deze verenigingen te blijven behartigen. Onderlinge coördinatie wordt o.a. gedaan binnen het *Space Societies Committee (SSC)*. Op dit IAC heb ik mijn voorzitterschap van de SSC overgedragen aan Laszlo Bacardi van het *Magyar Asztro-nautikai Tarsasag (MANT, Hungarian Astronautical Society)* die sinds 2021 vicevoorzitter was. Ik ben blij dat ik een bijdrage heb kunnen geven en met Laszlo en Luisella Giulicchi (WIA) als vicevoorzitter goede opvolgers heb gevonden.

In het vorige nummer hebben we een vooraankondiging gedaan voor het vijfendertigste congres van de *Association of Space Explorers* dat begin oktober in Nederland georganiseerd werd, in dit nummer een verslag ervan. Het artikel over Starliner laat zien dat niet alleen Europa, zoals beschreven in het artikel over Ariane 6, uitdagingen heeft met het ontwikkelen van betrouwbare lanceervoertuigen, maar ook de Amerikaanse oudgediende Boeing. Gerard van de Haar en Jacques van Oene geven ons een update.

We hopen dat deze uitgave u weer weet te inspireren en danken alle auteurs ook deze keer weer voor hun bijdragen en de tijd die ze besteed hebben aan de vereniging.

Peter Buist

Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart (NVR)

Bestuur

Het bestuur van de NVR wordt gekozen door de leden en bestaat uit:
 P. van Beekhuizen (voorzitter)
 Dr. Ir. P.J. Buist (vice-voorzitter)
 Dr. R.T. Rajan (secretaris)
 C. Martinus RA (penningmeester)
 Ir. P.A.W. Batenburg
 W. Mensink
 D. Stefoudi LLM

Redactie 'Ruimtevaart'

Dr. Ir. P.J. Buist (hoofdredacteur)
 Ir. M.O. van Pelt (eindredacteur)
 B. Vis (eindredacteur)
 Drs. P.G. van Diepen
 L. van Gool
 Ir. E.A. Kuijpers
 Ing. M.C.A.M. van der List
 Ir. L. Pepermans
 Ir. H.M. Sanders MBA

Websitecommissie

M. Van Alphen (voorzitter)
 W. Mensink

Sociale media-commissie

M. van Alphen (voorzitter)
 E. van Beekhuizen
 Ir. B.N. Kiyani

Evenementencommissie

Ir. B.N. Kiyani (voorzitter)
 Ir. P.A.W. Batenburg
 E. Orsel
 K. Liang

Kascommissie

Ir. M. de Brouwer
 Dr. Ir. G.L.E. Monna
 Drs. T. Wierenga

Young Professionals

W. Mensink (voorzitter)
 A. Barug
 A. Stommels

Eredelen

Dr. Ir. G.J. Blaauw
 Ir. D. de Hoop
 Drs. A. Kuipers
 Dr. T. Masson-Zwaan
 Ir. H.J.D. Reijnen
 P. Smolders
 Prof. Ir. K.F. Wakker

Contact

Eveline van Beekhuizen
 Kapteynstraat 1
 2201 BB Noordwijk
 info@ruimtevaart-nvr.nl
 www.ruimtevaart-nvr.nl
 ISSN 1382-2446

Copyright © 2024 NVR

Alle rechten voorbehouden. Gehele of gedeeltelijke overname van artikelen, foto's en illustraties uit Ruimtevaart is alleen toegestaan na overleg met en akkoord van de redactie, en met bronvermelding. De NVR noch de drukker kan aansprakelijk gesteld worden voor de juistheid van de informatie in dit blad of voor eventuele zet- of drukfouten.

Kopij

Indien u een bijdrage aan het blad wilt leveren of suggesties wilt geven, neem dan contact op met de redactie via redactie@ruimtevaart-nvr.nl. De redactie behoudt zich het recht voor om ingezonden stukken in te korten of niet te plaatsen.

Vormgeving en opmaak

Esger Brunner/NNV

Drukker

Bariet Ten Brink, Meppel

The mighty aerosol mapper in a tiny shoebox – SPEXone on the NASA PACE mission

Launched on February 8, it took just 3½ years to design and build. All by a joint team of scientists and engineers.



4

ESA's new rocket Ariane 6 made its first lift off successfully

The successor of Ariane 5 is ready for business.



9

Team Tumbleweed: Mars on the Roll

Challenging the Status Quo of Mars Exploration.



14

Boek 'Wat is de ruimte waard' & theatervoorstelling 'Maankoorts'

Recensie.



18

Celestis, Inc., voor uw laatste ruimtereis

Een baan om de Aarde bereiken lijkt nu voor bijna iedereen mogelijk én betaalbaar.



20

Recensie van Rocketry: The Nambi Effect

Biografische film over het leven van de Indiase raketwetenschapper Nambi Narayanan.



24

Juice Moon-Earth Fly-by
Velocity changes and instrument tests during the recent short return of ESA's Jupiter spacecraft.



26

Generation Space, Shaping the Future Together

The recent congress of the Association of Space Explorers in Noordwijk.



30

Starliner vliegt eindelijk bemand naar het ISS, maar keert onbemand terug

De eerste bemane vlucht van het geplaagde nieuwe ruimteschip van Boeing.



30

Aleksandr Serebrov: Ruimtevaart voor jong en oud

De vaste column van Piet Smolders.



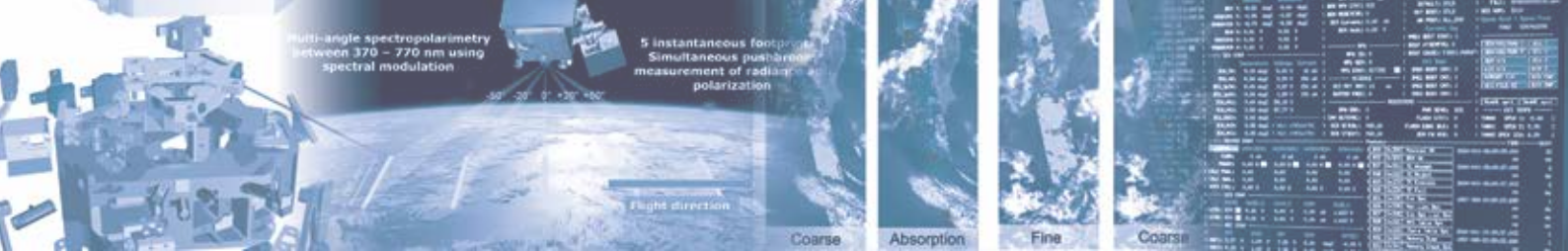
38

Ruimtevaartkroniek

Alle lanceringen en belangrijke ruimtevaartgebeurtenissen tussen 1 juni 2024 en 31 augustus.



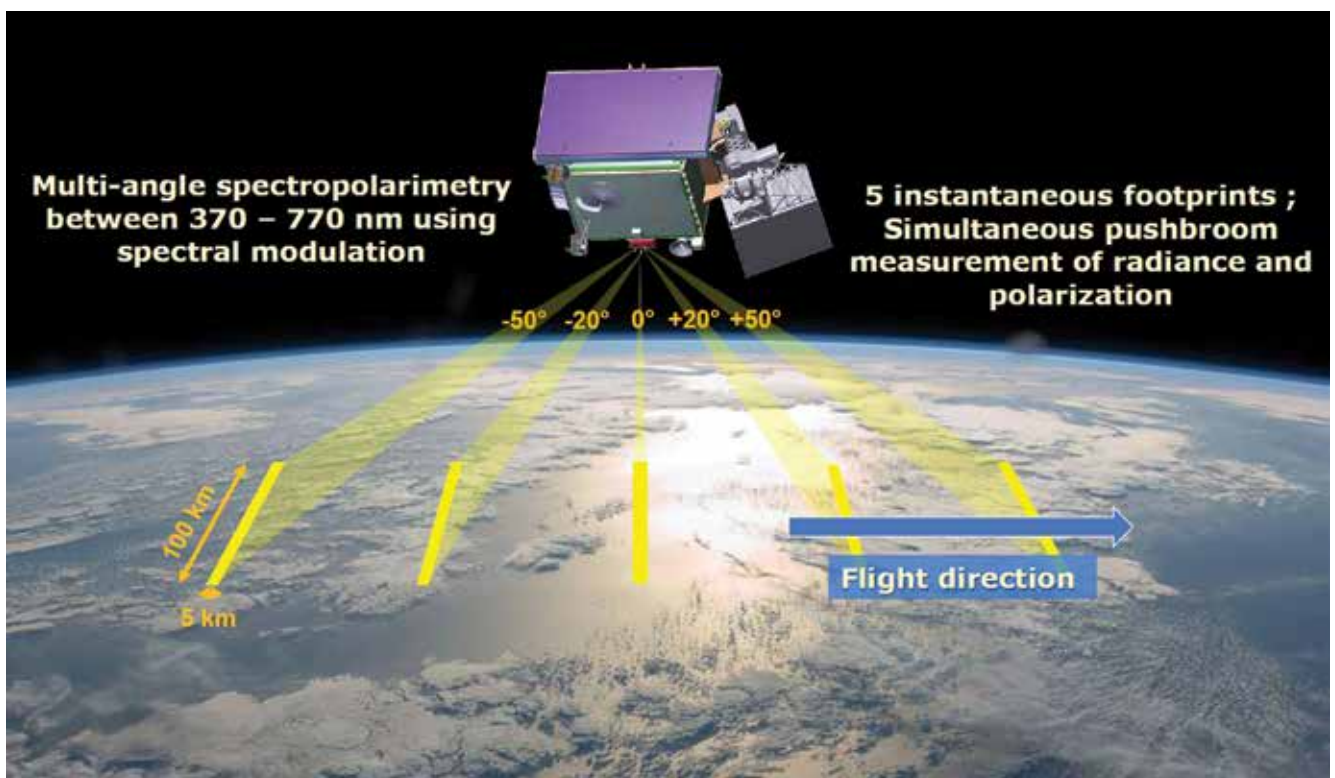
40



The mighty aerosol mapper in a tiny shoebox – SPEXone on the NASA PACE mission

Marc Oort¹, Jeroen Rietjens², Frans Snik³, Aaldert van Amerongen², Jos Dingjan¹, Alexander Eigenraam², Dirk Slootweg¹, Wencke van de Meulen¹
 –¹ Airbus Netherlands B.V., ² SRON Netherlands Institute for Space Research, ³ Sterrewacht Leiden –

In the very early morning of February 8, the NASA Plankton, Aerosol, Cloud, ocean Ecosystem [PACE] mission finally left the Earth, after long COVID-induced delays and two days postponement due to high winds. On the bleachers at Cape Canaveral an unusually high fraction of Dutch people, biting their nails. SPEXone was finally going to be launched, as a partnered payload on a US mission.



SPEXone on PACE, artist impression. [SRON]

SPEXone is a compact optical instrument to characterize the microphysical properties of fine particulate matter – or aerosols – in the Earth atmosphere from low Earth orbit. In spite of challenging objectives, not only in performance but also in mass, power, and volume, it took only a little over 3½ years to design, build, test, and calibrate the instrument. A joint team of scientists and engineers made it happen, using a lean design-to-cost approach and a Do No Harm interface with PACE.

SPEXone was developed in a partnership between SRON Netherlands Institute for Space Research and Airbus Netherlands. TNO provided support for optical aspects of the design, and the manufacturing of the free-form mirrors. Funding is through the Netherlands Space Office (NSO), Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) and own contributions by the partners.

What is SPEXone

The name SPEXone stands for “Spectropolarimeter for Planetary Exploration”, where the “one” indicates that multiple viewing angles are combined in a single opto-mechanical module.

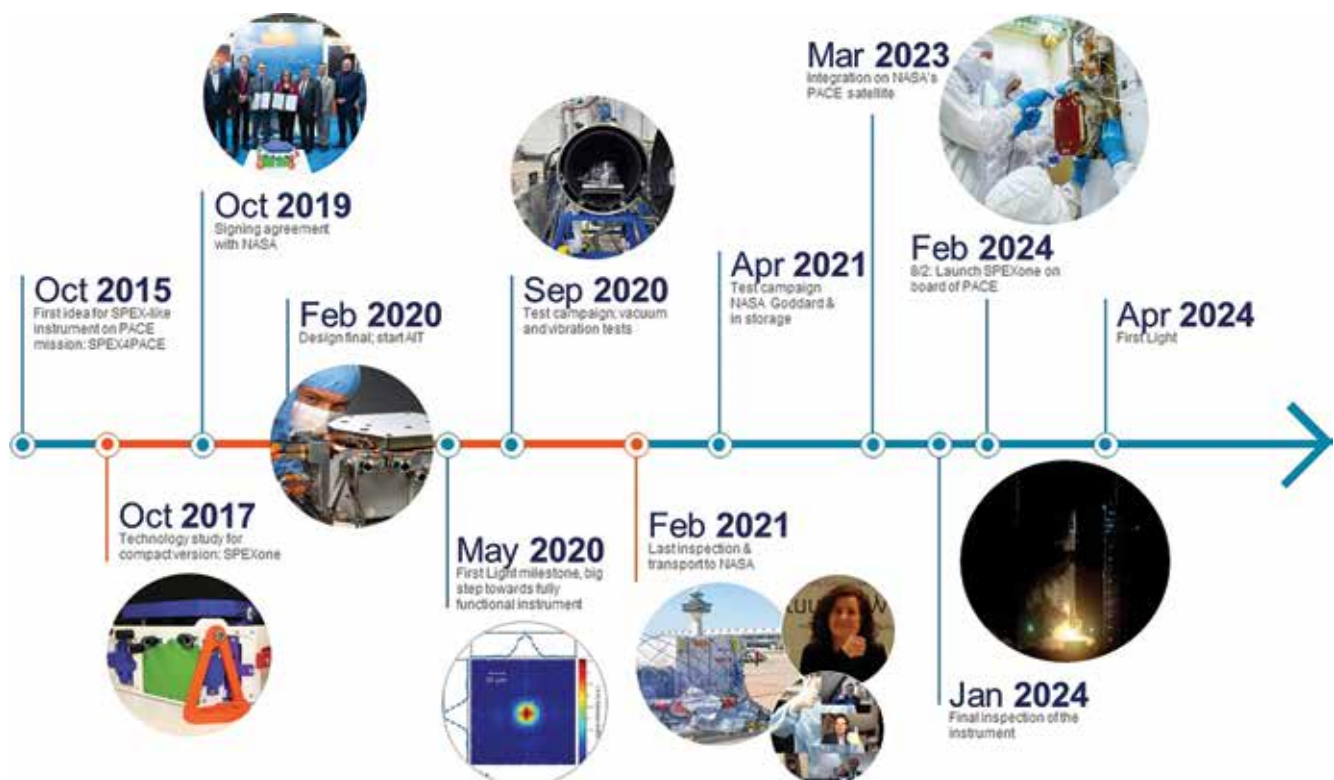
SPEXone is a very compact, intricately designed instrument. It is based on a concept that maps the linear polarisation state

onto the spectrum, using passive optical components. This allows us to characterise the full linear polarisation state for a scene from snapshot measurements. This improves the polarimetric accuracy, compared to past (and potentially future) spaceborne polarimeters that operate in selected wavelength bands and use rotating polarisers. SPEXone attains a polarimetric accuracy of 0.3%, which is critical for aerosol characterisation. This enables us to distinguish, for example, anthropogenic (human caused) from natural aerosol types. Moreover, the absence of moving parts simplifies the instrument. One of the features of SPEXone is that it looks at five areas on Earth at the same time. In this way, over a single orbit, each location is mapped five times from different angles through the atmosphere. Because the spectra of all five viewing angles are mapped onto a single detector (twice, to capture the full polarisation state), the swath is kept small (100km) in order to achieve the required spatial resolution of 5 km.

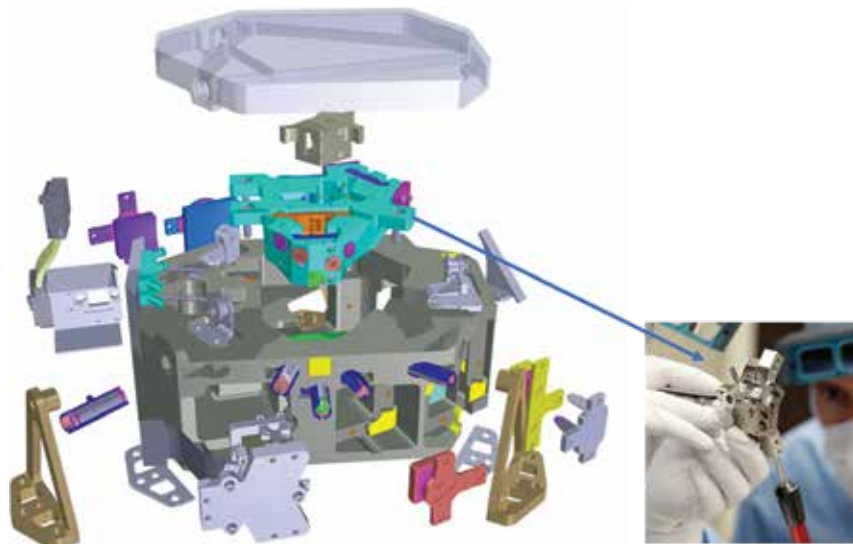
The SPEX instrument concept was conceived by Daphne Stam and Erik Laan in 2006 as part of developments for the ExoMars mission. They challenged Frans Snik and Christoph Keller (their – then – neighbours of the astronomical instrumentation group in Utrecht) to come up with a space-

compatible polarimetric method. The same evening Snik and Keller developed the entire concept of spectral modulation for linear spectropolarimetry via email. Soon thereafter, a SPEX prototype was constructed by a large consortium of academic and industrial partners, funded by the NIVR (the former name of NSO). The optical design of the prototype was developed by Rik ter Horst and Ramon Navarro of the NOVA group in Dwingeloo, with an essential contribution by polarimetry nestor Jaap Tinbergen, who suggested the use of a polarising beam-splitter, which later turned out to be crucial for SPEX’ polarimetric accuracy.

After the move of the astronomical instrumentation group to the University of Leiden, PhD student Gerard van Harten demonstrated that the SPEX prototype for Mars was way more accurate than the original specification of ~1%, which immediately put the SPEX concept on the radar for Earth observation. Around the same time, a low-cost version of SPEX was prototyped for use on the brand-new smartphones of the time, which led to the iSPEX project that involved thousands of people all over the Netherlands in measurements of air pollution in 2013. The SPEX prototype for Mars was refurbished in 2016 to demonstrate its capabilities for Earth observation from NASA’s ER2



A brief History of SPEXone.



Exploded view of SPEXOne. The heart of the instrument is the Polarisation Modulation Optics (see actual version in the blow-up).

SPEXOne in numbers:

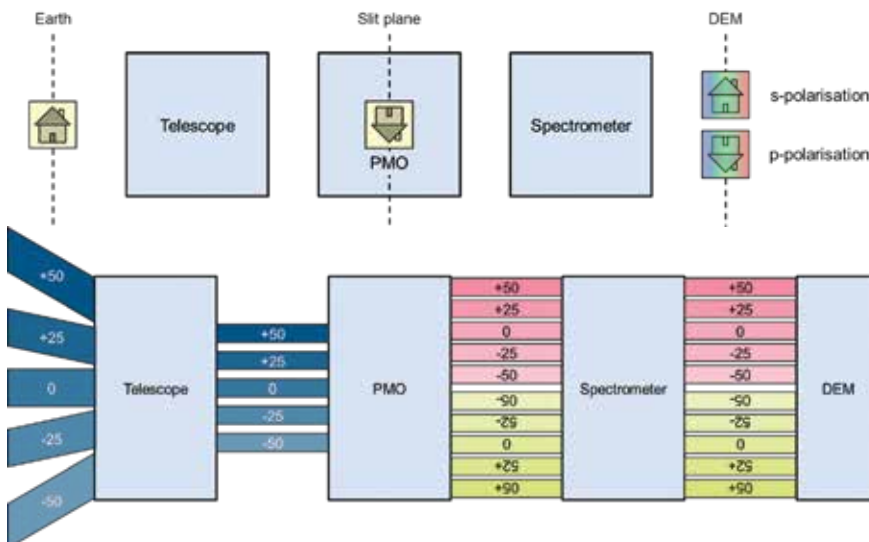
- Mass: 9.1 kg Opto-Mechanical Assembly [OMA] + 0.9 kg Instrument Control Unit [ICU]
- Volume: $37 \times 28 \times 15 \text{ cm}^3$ [OMA]
- Power: $< 20 \text{ W}$
- Data: 5 Mbit/s ($5 \cdot 10^6$ bits/s) orbit average (9.8 Mbit/s peak) --> 50 Gbyte (10_9 bytes) per day
- Design lifetime: 3 years
- Wavelength range: 385 - 770 nm
- Swath: 100 km
- Viewing angles: $0^\circ, \pm 20^\circ, \pm 50^\circ$

high altitude aircraft platform. Around this time, NASA's interest was fully triggered. But there was still a long way to go to make a complete design suitable for space, with the demanding performance requirements.

Do No Harm, Design to Cost, Lean

To achieve the original PACE polarimeter requirements, a version of SPEXOne was needed that was more than a meter long, and would weight more than 100 kg. PACE had neither the time, volume nor budget to accommodate such an instrument. But it became clear that a combination of two compact polarimeters, one with a wide swath [HARP₂] and one with an accurate narrow swath [SPEXOne] would provide the necessary complementary information to support the main PACE instrument, the Ocean Color Instrument [OCI]. This allowed NSO to offer SPEXOne as a partnered payload, where the Netherlands would provide the instrument, and NASA would accommodate and operate it. This also meant that SPEXOne was not considered a mission-critical element. On the one hand, this gave us the advantage that we could design and build SPEXOne to our own specifications, as long as we abided by the interface requirements and proved that failures could not propagate to the rest of the Spacecraft [Do No Harm]. On the other hand, this meant that the mission would not wait for us to complete. If we were not on time, there was a mass dummy waiting to be mounted instead. In combination with a fixed, limited budget this led to a rigorous Design to Cost approach. The basic principles of this approach were:

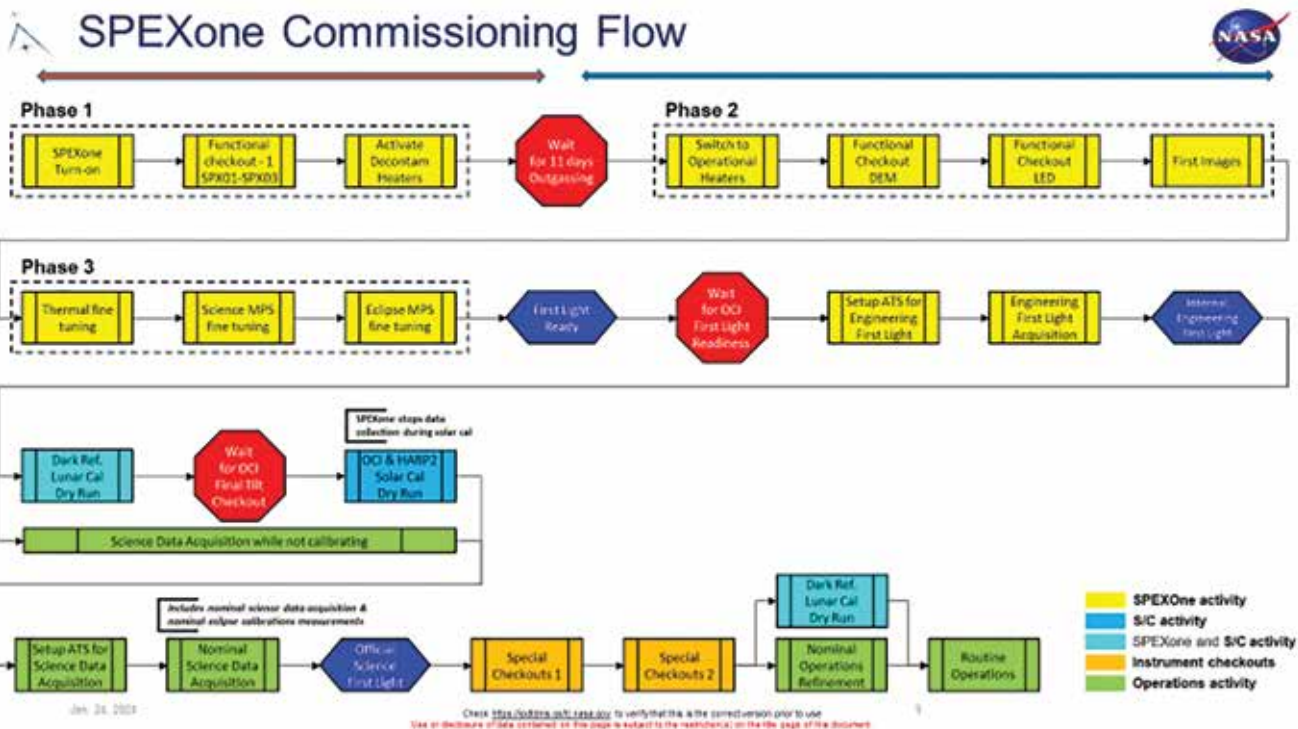
- Short and efficient communication lines. A co-located team of SRON and



Schematic of a typical SPEXOne detector image generation.



First evidence that SPEXOne is correctly powered.



SPEXone flow diagram from the "PACE Instrument Suite Top-Level Commissioning Flow" document.

Airbus NL members in a single open office environment, with other major players (e.g. TNO) within a radius of 20 km. The interface with the spacecraft team in the US was handled by weekly tag-up videoconferences.

- **Requirements management.** The SPEXone team writes and maintains its own Technical Requirements Specification. Input are a (very limited) set of science requirements from the System Requirements Document, and the Do No Harm requirements from the NASA Agreements document. All derived requirements are under complete control of the team, up to the possibility to discussing relaxations of science requirements without going through a lengthy formal process.
- **Lean development and manufacturing.** Keep strictly to the minimum required functionality to fulfil the science goal, while making sure that sufficient design margins are maintained. Apply low technology risk solutions.
- **Test and calibration.** Do as much as possible in ambient conditions. Design for operation at 20°C. In this case, the simplicity of the campaigns is given precedence over a possibly better performance at lower temperatures.
- **Documentation.** The project only makes documents which are considered beneficial to the programme (consider-

ing the need to capture the design for posterity), in a form best suited for the subject, re-issued only when needed. Analysis reports were written and discussed as presentations. Procedural documents were combined and tailored.

This approach allowed us to design, build, test and calibrate SPEXone in slightly over 3.5 years, less than 6 months longer than what we originally aimed for. This was not in the least due to the exemplary manner in which NASA gave support. Given that most of the assembly and test campaign had to be done while the country was in partial lockdown due to COVID-19, quite an achievement. And – in the end – more than one year before the PACE need date.

PACE Launch and instrument switch on

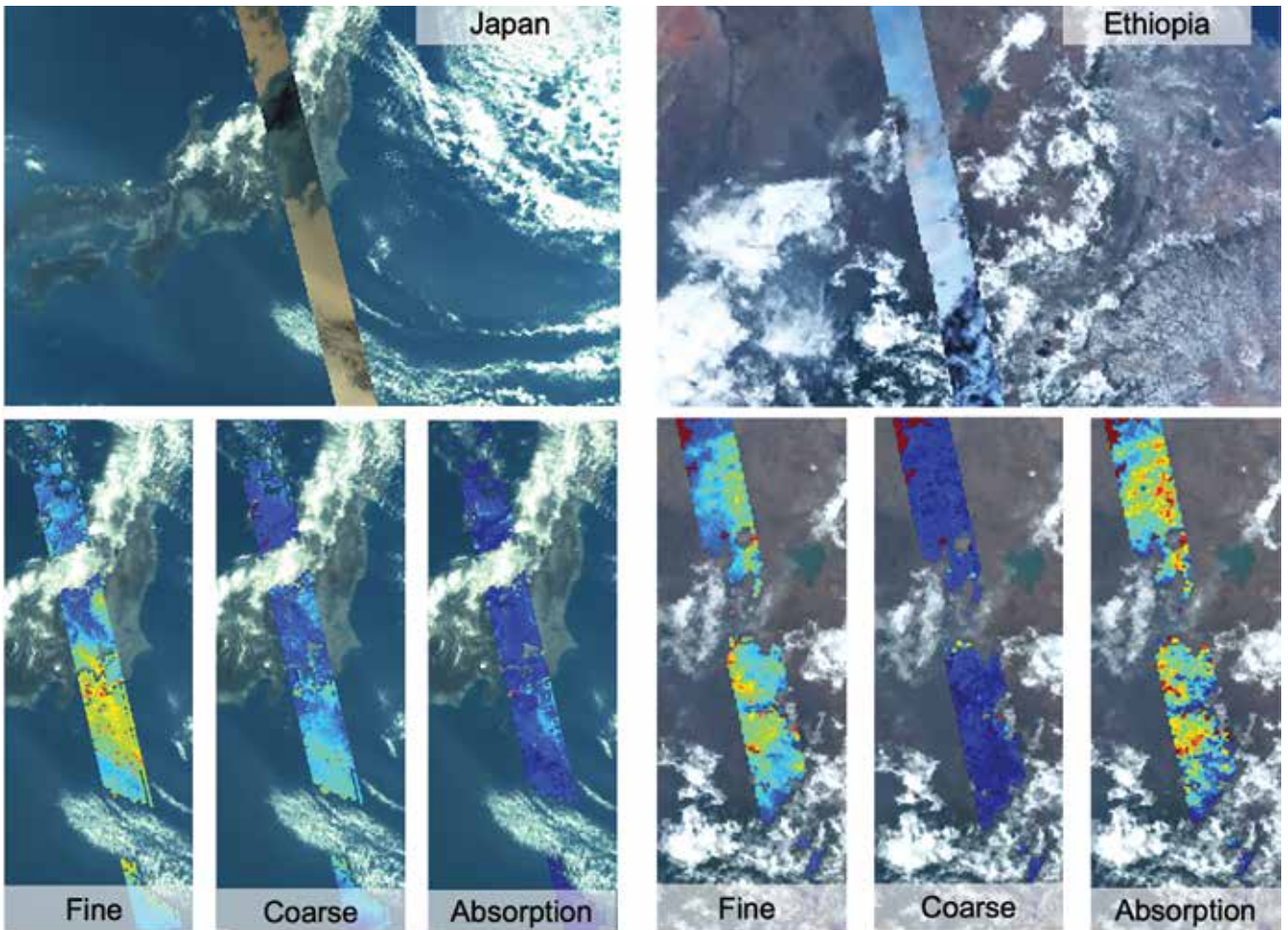
PACE was launched on February 8 at 01:33 local time with a Falcon 9 from Space Launch Complex 40 at Cape Canaveral. The launch was flawless, so two of us boarded the plane the same day to fly to Goddard Space Flight Center to help switch on the instrument. Basic SC verification was completed on Friday February 9. On the 10th, the three instruments were switched on. First OCI at 07:40 local, then HARP2 at 08:08, and finally SPEXone at 08:51. All telemetry was green, and SPEXone entered the decontamination phase, where the instrument was brought to a temperature

of 50°C for 12 days (a "bake-out" to accelerate the outgassing of molecular contaminants). SPEXone was then brought to operational temperature and the detector was switched-on on February 23.

Commissioning and the first results

What followed was an extensive commissioning and calibration campaign where all instruments were first individually checked for functional aspects. Next, the consistency between the science output from the three instruments was checked for cross-calibration issues. On April 11 official "First Light" was declared, and the routine phase (lasting at least three years) started.

To show a flavour of the science that will be produced by SPEXone, we present some of the first light images in this article. These two examples of the characterisation of aerosols over Japan and Ethiopia already clearly show the potential to discriminate between two different scenes with different origins of the observed aerosols. Meanwhile, other products that have been produced are aggregated global maps based on the first few months of SPEXone data, which show not only the distribution of the amount of aerosol over the globe, but also the distribution of different aerosol types, such as mineral dust, hygroscopic aerosol (e.g. sea salt), sul-



First-light images of Japan and Ethiopia, showing the narrow SPEXone swath (polarised view) over the true-colour OCI imagery, and in addition some aerosol retrieval results. Over Japan, a mixture of low light absorbing fine and coarse particles are detected, indicative of urban pollution and sea salt. Over Ethiopia, only strongly absorbing fine particles are detected, indicative of biomass burning.

phates & nitrates based aerosols (mostly anthropogenic), and black carbon (from biomass burning). These products show exactly what SPEXone was designed for: characterising aerosol from space.

In addition, SPEXone has experienced the harsh environment that is space in two distinct ways: first by detecting bit-flips in some of its electronic components that forced to execute a power cycle to restore normal operations, and second, by observing the faint aurora australis during one of its long-exposure dark calibration measurements on May 10, when the Aurora Borealis was visible in the Netherlands.

At present, SPEXone continues to take data and the team is working both on improving the data quality and scientific results, as well as monitoring the instrument in order to guide SPEXone through its three years of design lifetime in space, and hopefully beyond.

SPEXone, the Next Generation

Almost before SPEXone was sent off to

NASA, the team turned its mind to another potential opportunity for this instrument: a different mission could maybe do with a compact additional high-performance polarimeter. Very speculative, and with slightly different needs than the PACE mission, but close enough to the design of SPEXone that it could be achieved on time, provided the team got to work right away.

The Netherlands Space Office supported this initiative, and budget was found for SPEXone Second Generation. The major differences with the first instrument? A larger footprint on-ground (of course at the expense of a coarser resolution), cleverly re-written firmware for the camera to get more fine-grained information out, and various little tweaks based on lessons from the original instrument. The challenges? The development would have to be done without confirmation of inclusion on the mission, and even without much interaction with the mission developers.

Despite this flight opportunity disappear-

ing as SPEXone Second Generation was still being developed, the new instrument was re-designed, built, tested, and calibrated in a bit more than three years. The instrument is now carefully stored, ready for whatever mission can use this piece of Dutch high-performance high-tech.

Frans Snik works on various astronomical instrumentation projects at the Leiden Observatory. His research interests lie within astronomical polarimetry, (exo)planetary atmosphere characterisation and solar and stellar magnetic fields.

All the other authors were members of the "SPEXone Open Office" team. Marc Oort (Systems Engineer), Jeroen Rietjens (Performance Lead, in flight support lead), Aaldert van Amerongen (Program Manager), Jos Dingjan (Optical Lead Engineer), Alexander Eigenraam (Mechanical Lead Engineer, Assembly, Integration and Test engineer), Dirk Slootweg (Assembly Integration and Test manager), Wencke van de Meulen (Business Unit manager).



ESA's new rocket Ariane 6 made its first lift off successfully

Interview with Toni Tolker-Nielsen of ESA

Pieter van Beekhuizen, Peter van Diepen

2024 is a very important year in many respects for ESA and the European launcher sector industry. A major success was the launch of Ariane 6 on the 9th of July. Next important events will be the launch of Vega-C and the second launch of Ariane 6 at the end of this year. Toni Tolker-Nielsen, Director of Space Transportations at ESA, shares his memories, thoughts and emotions about this year.

Ariane 6 on his way to Europe's spaceport at Kourou. [ESA]





Ariane 6 during final assembly. [ESA]

This year, 2024, is very important for Europe to prove the reliability of Ariane 6 and Vega-C. Can you explain how important this is for Europe?

Without its own means of access to space Europe cannot independently decide over its space activities. Autonomous access to space is absolutely fundamental for both European space policy and its broader space programme, and it is a matter of sovereignty. Given the geo-political context, this has become even more crucial. Ariane 6 and Vega-C are our current guarantees for access to space. At the pivotal ministerial meeting in Seville in November 2023, we managed to agree upon a model to exploit Ariane 6 and Vega-C in a sustainable way into the 2030's. It was clearly recognised that as long as there is no European alternative, we will keep Ariane-6 and Vega-C operational.

The 9th of July was a very important day. Can you bring us back to the emotions leading up to the first launch of Ariane 6, the launch itself and the aftermath of the launch?

It was a great day. When people asked me before the launch if I was confident, I

would say I was 95% to 99% sure it would be a success. For the other 1 to 5% I was very scared. Josef Aschbacher mentioned there was a 50% chance of a failure, which is consistent with statistics of heavy launch vehicles inaugural flights. So, when I said there is a 95% to 99% chance of success, I may have stretched the truth a little. But I was more confident than the 50%. The launch of Ariane 6 went smoothly and was a huge success. At that moment, I realised how stressed we had been, as everyone became quite emotional around me, including myself. After eight minutes and two seconds there was the ignition of the Vinci rocket engine on the upper stage, which is a key innovation of Ariane 6. It was crucial that it went well as it ensured we could reach orbit. We performed a second boost which circularised the orbit and we released the satellites. I have been to many Ariane 5 launches, and when we get to the point of igniting the upper stage, I usually relax. The same happened with Ariane 6. At that point, we can already start considering the launch a success because we are in orbit and have gathered a lot of data. It was a very good day and we celebrated afterwards.

There was an issue with the APU (Auxiliary Power Unit). What happened and which corrective actions have been taken?

What happened was that the APU shut down prematurely when we activated it for the second time, preventing the boost needed for the upper stage's deorbiting. We are investigating the root causes of this issue and we will correct it for the flights to come. This is underway, and based on what we have seen so far, I am not worried about the second launch of Ariane 6. The launcher has thousands of data sensors, providing us with vast amounts of information. Every sensor has its sensitivity (temperature, vibrations etc.) and prediction ability. If the data falls outside our predictions we will adjust our models. All our prediction tools we have for implementing different launches are being updated with the new data. We completed a level zero analysis, going through all the data and identifying the anomalies that needed to be sorted out, before the team went on leave on the 2nd of August. Now that everybody is back, we are moving forward at full speed with the level one post-flight analysis.



Ariane 6 first lift off. [ESA]

What does the ramp-up for the next five years look like?

The ramp-up will be a fast one. We want to have up to 30 launches before the end of 2027. Eighteen of these flights will be for the Kuiper Project of Jeff Bezos, Amazon's satellite broadband network. We also have some flights for the Galileo programme. From 2029 we hope to launch a part of the planned IRIS2 Satellite Constellation. This ramp-up will be challenging, but should be feasible because most payloads are ready and the production of Ariane 6 has been industrialised from the start.

What are the main reasons for the four year delay of the launch of Ariane 6?

It takes up to ten years to develop a heavy launcher like Ariane 6. The new upper stage was very complicated, with several new technologies. The last time we developed a launcher like this, Ariane 5, was in the early nineties, which meant there was a gap in experience and expertise that we needed to address, and this naturally took time. Another issue was that the configuration for Ariane 6 was

finalised relatively late, in the summer of 2014. While we went directly into a full development contract, the preparation for this phase was not as comprehensive as it could have been. Some of the new technologies we adopted did not have the sufficient technology readiness level. There were a number of technological problems which caused delays. Reflecting on this, it seems there was an over-reliance on the initial planning. At the start of 2019, we were still optimistic about a launch in 2020. In 2018 decisions were made to cancel orders for Ariane 5 because it was believed that Ariane 6 would take over by 2020, and it became quite costly to exploit Ariane 5. In hindsight, if we had anticipated the four-year delay, we might have reconsidered the decision to halt Ariane 5.

At the start of the Ariane 6 development there was an agreed governance scheme between the public sector and the industry. Has the scheme provided the results that were expected?

The governance scheme established in 2014 did not meet several expectations. ESA's involvement in the programme

exceeded initial projections, leading to a greater engagement in its management. Two years ago, we formed a streamlined management team, which I led, reporting to a Task Force consisting of the upper management of ESA, CNES, ArianeGroup and Arianespace. This was an important factor needed to stabilise the planning. One of the objectives of the Ariane 6 programme was to operate without support in the exploitation, but this goal was not achieved for several reasons, like Space X's continued price reductions for the Falcon 9, which intensified competition. Without a balanced business plan for Ariane 6, we had to implement an additional programme for the exploitation, which was addressed at the Seville conference in November 2023. Here, a package was agreed for Ariane 6 of up to 340 million Euro and for Vega-C of up to 21 million Euro per year. After this agreement, we established a competitiveness programme, assuming cost reductions for Ariane 6 and a subsequent decrease in support. We have an agreement of three years of exploitation and a continuation of one and a half years.

About Toni Tolker Nielsen

Toni Tolker Nielsen began his career with APV ANHYDRO in Copenhagen in 1983 before taking a role at CERN in Geneva in 1984. He joined ESA in 1987 and in 2003 he moved to what was then known as the Launchers Directorate, with responsibility for the return-to-flight programme for Ariane 5 ECA after its launch failure in December 2002. He went on to oversee significant changes to the organisation of the European Launcher Industry initiated in the wake of the Ariane 5 ECA failure. Changes which helped to create the very successful Ariane 5 programme, which ended in July 2023. He was appointed ESA Inspector General in 2013, including an Executive Board position with the duty to guarantee technical and managerial excellence across ESA. He later headed Earth Observation projects and acted as Director of Earth Observation Programmes from March 2021 till January 2022, when Josef Aschbacher took up duty as ESA Director General.

While it was disappointing that Ariane 6 required public support for its exploitation. Member states called for a shift in Europe's access to space, promoting increased competition. We were asked to start a European Launcher Challenge linked to the support for Ariane 6. Today there is a community of startups that develops launchers. They are in France, Germany, Spain, Italy, and the UK. Our aim is to support these new companies through the European Launcher Challenge. We will select a number of startups and co-finance their efforts to develop larger launchers, with the ultimate goal of fostering competition in the heavy launcher segment by the 2030's. Today, it is a monopoly, and we seek to change that and to introduce more competition. In the future, we plan to purchase launch services rather than manage the launcher development directly. We are already offering the startups to come to Kourou. CNES has opened up the old Diamond launch site for several startups for their micro launchers. In parallel, several startups are exploring opportunities to conduct launches from various new launch sites in Europe.

How will the launch market evolve during the next ten years and what can ESA do to close the gap with SpaceX to ensure that European launchers become more attractive than the competitors?

First of all, European Space institutions should prioritise launching European. Today Ariane 6 and Vega-C have not the possibility to compete with Falcon 9, which operates under a very differ-

ent business model. SpaceX, being also a telecom operator is launching its own satellites. We believe that there will be a need for an alternative to SpaceX. First, European telecom operators are competing with SpaceX and need access to space. Also, I anticipate growth in both the European institutional and commercial market. Another aspect of the market evolution is the reduced demand for launching satellites into geostationary transfer orbit (GTO), where Ariane 5 was dominating the market, with the rise of mega-constellations in low Earth orbit (LEO). Ariane 6 is well suited for these constellations, making it a strong choice for the evolving market. The manifest of Ariane 6 is fully booked up to 2028.

Vega-C will also return to flight this year. What has been done to increase the reliability of this launcher?

We have established a number of recommendations for AVIO, the prime contractor of Vega-C, after the failures we had in the programme. For the purpose of a safe return to flight of Vega C we established a tiger team consisting of ESA and Arianespace staff, which are scrutinising the launches very thoroughly. We will do this for the next five flights of Vega-C. Meanwhile AVIO has enhanced quality controls. Many things have been achieved in returning Vega-C to flight. In May and October this year we had two very successful tests of the Zefiro-40 solid rocket motor for the second stage, that was the one that failed earlier. We had to redesign the nozzle completely, with a new carbon-carbon material. Arianespace has announced that the re-

turn to flight will take place on the 3rd of December. After that, we are planning four or five flights of Vega-C every year and we expect to exploit Vega-C into the 2030's. Vega-C can carry a payload of approximately 2.3 tonnes into Low Earth Orbit, as used by most Earth observation satellites. Vega-C will be replaced by Vega-E, with an upper stage based on the European developed M10 engine.

Vega will no longer be marketed by Arianespace but by AVIO. What are the main reasons for this change?

The change of launch service provider and operator of Vega from Arianespace to Avio was an element of the Sevilla resolution calling for more competition in the European launcher sector.

Space Rider is an important project for the exploration and in orbit servicing in LEO. What is the present status of this project?

We are doing a lot of testing now. We did a series of drop tests using a full-scale model of Space Rider. The model was dropped from a helicopter to test and qualify the deployment and functioning of its parachutes at Salto di Quirra in Italy. It is a very interesting project. We will probably launch it on a reinforced Vega-C with a P160 booster instead of a P120. This same booster will also be used in the Ariane 6 block 2 rocket.

Is there a link between Space Rider and LEO Cargo Return Service of ESA? Can Space Rider be used in the LEO programme?

No, those are two different concepts. Space Rider is a flying laboratory which can stay in orbit for two months. While the LEO Cargo Return vehicle is bringing cargo to the ISS and it docks to the station. The LEO Cargo Return service is a very interesting concept and will be compatible for launch with Ariane 6. What is being developed is a service; transporting cargo to and from Low Earth orbit.

Commissioner Breton opened the door for a European Policy within an EU legal framework. What is the progress and how important is this for the launcher sector?

The European Commission is very worried about the launcher crisis. It



Left: Toni Tolker-Nielsen and Pieter van Beekhuizen. [ESA] Right: the Vega-C rocket. [ESA]

is understandable that Mr. Breton of the Commission has proclaimed that in the next EU multi-annual financial framework (MFF) starting from 2028 they will launch a fully-fledged launcher programme. ESA has taken responsibility for access to space for Europe. First of all, in Seville, we ensured the exploitation of Ariane 6 into the 2030's. We have successfully launched Ariane 6 and we are now entering exploitation. These facts need to be considered when talking about a fully-fledged EU launcher programme. The new commissioner for Defence and Space, Andrius Kubilius, has said in his mission statement to "Maintain the EU's autonomous, reliable, and cost-effective access to space". This is exactly what ESA Member States agreed to do in Seville when they agreed on the very important support package for the Ariane 6 and Vega C exploitation. This for the purpose of ensuring Europe's autonomous, reliable, and cost effective

access to space. Considering that the EU is the most important institutional customer for launch services in Europe, one could imagine that such a support programme would be carried out by the EU in the future.

How many people are working in the European launcher sector?

It is fantastic. We have never had such an abundance of talent as we do today. These young engineers are not only working on launches but also on other projects like vehicles, in orbit servicing. I have visited several start-ups and they are doing remarkable work. However, the economic challenges make it hard to predict how many of them will be able to thrive in the long term.

What can you tell about the Dutch launcher sector in their present role and possible future role in the various programmes of your directorate?

We have our suppliers in the Netherlands and they are doing a good job. The Netherlands is a good supporter for the development of the launchers.

How will you look back on the year 2024, at the end of this year?

This year has been called the "the year of the launchers" by our Director General, and we are making great progress toward the goals we set at the beginning of the year. We have successfully launched Ariane 6 in July and we will launch Vega-C in December. Achieving this is absolutely fantastic. Europe is back and we can definitely say that we have access to space, which allows us to use the systems that are a support of daily life. The space economy is evolving, it is the next period of expansion of the overall economy, space will play an increasingly vital role in the European economy. This access to space will also enable advancements in exploration and science.



Team Tumbleweed: Mars on the Roll

Exploring the Red Planet with a Swarm of Wind-Driven Rovers

Julian Rothenbuchner, Oné Mikulskytė, James Kingsworth, Tolga Ors, Amelie Finan, Peter Carvalho, Maria João Azeredo – Team Tumbleweed

If you go into TU Delft's Aircraft Hall these days, you might run into an unusual five meter high spheroid structure, equipped with sails and solar panels, and a busy engineering team buzzing around it. Meet Team Tumbleweed. The Delft-based, global startup is building bio-inspired, wind-driven, and low cost rovers. What for? To scale up Mars exploration and make it accessible to a whole new set of players. The team gathers more than 50 volunteers in the Netherlands, Austria, South Africa, Portugal, Switzerland, Sweden, Turkey, and more, and is bound together by the vision of a thriving and diverse Martian economy.

Historically, the Red Planet has been a dream of many, but a reality for less than a handful of organisations and countries, equipped with large budgets and resources.

Nearly half of missions have failed, and only China, the United States, and the USSR have successfully landed on Mars, with USSR's Mars 3 losing contact shortly after. The European Space Agency (ESA) failed to successfully land the Beagle 2 in 2003, and the Schiaparelli EDM lander in 2016. The work of many people, with high budgets over long years, has brought no scientific return, and served only as learnings and stepping stones for future missions.

While there has been significant progress in the last decades, it is clear that there is room for new, disruptive concepts.

Team Tumbleweed challenges this high-cost, high-risk approach. Its low-cost, swarm-based mission concept relies on wind-driven rovers that are expected to cover an area equivalent to that of the European Union. Compared to previous and ongoing Mars missions, the Tumbleweed mission will cover a surface area much higher than all other missions combined. The startup's goal is to send the first mission to Mars, carrying payloads from its customers, by 2030.

Dreaming Big

In Vienna, 2017, three high school students found themselves bored in the school's Physics Olympiad. They were united in their love for space and dreamed of exploring the universe, but they wanted more. A keen teacher noticed this and challenged them to participate in the

Odysseus II space contest, an international space competition for young people. The three friends - Julian Rothenbuchner, Moritz Stephan, and Nicola Weiroster - brainstormed ideas. From Moon bases to all types of spacecraft, only one thing was clear: they wanted to work on something groundbreaking, something that would push the industry forward.

They envisioned a future where 16-year-old kids doing space stuff didn't seem far-fetched at all.

The idea of a wind-driven Mars rover popped up when they read about the strong Martian winds during an arts class. The connection to the rolling plants that roam the deserts in the classic Western movies was easy to make. By the end of the lecture, the first Tumbleweed rover sketches were filling the back of the assignment sheets. In less than three weeks, the three



Top left: Team Tumbleweed is based in Delft, Netherlands, and unites 50+ members globally. Bottom left: the first prototype of the Tumbleweed rover. Right: Team Tumbleweed founders Julian Rothenbuchner (centre) and Moritz Stephan (left) with their teacher Josef Pürmayr (right).

friends learned how to 3D print, code, perform CFD simulations, and more.

The first prototype was ready for testing three days before the contest's deadline. The team hopped onto Vienna's subway carrying a 1-meter rover, to the amusement and bewilderment of other passengers. In the fields of the northern suburbs of Vienna, the prototype took off hastily, with the students running behind it. The team made it to the final, and ultimately beat 2,000 competitors to take home the trophy. The rest is history. Of the three high school students that started the project, Julian Rothenbuchner remains as Founder and Technical Lead.

Julian moved on to study aerospace engineering in Delft, but never left behind his Tumbleweed project.

Today, Team Tumbleweed is a global, volunteer-based startup, with 50+ people who share the common vision of making deep space accessible to everyone. In its TU Delft headquarters, the engineers continue to solve the complex challenges involved in building low cost Mars rovers. The startup continues to be led by founder Julian, but has long moved past its student-based setup. Now, professionals of all ages, from 28 nationalities and living across 15 countries, work together, driven by the bold mission of taking the Tumbleweed rovers to Mars by 2030.

Nature Knows Best

Since its beginnings, Team Tumbleweed

has looked at nature for inspiration. The startup owes its name to the tumbleweed plants, icons of American Westerns. Tumbleweeds can result from several plant species. They are an above-ground structure that detaches from the root once mature and dry, and then taken by the wind, rolls long distances spreading its seeds.

Knowing that seasonal winds blow strong on Mars, it seemed reasonable to explore this approach.

But no matter how innovative the locomotion method, sending a single spacecraft would still pose a significant risk. What if something went wrong with one of the critical subsystems? The rover would become just a record of yet another failed attempt to explore the Red Planet. Nature also shows there is no single path to survival. Many species, including humans and other mammals, compete for resources in stable environments. They live many years, and give birth to a small number of offspring. Each offspring is nurtured by parents, who spend energy and years to ensure they survive in a highly competitive, but rich environment. Other organisms ensure survival by giving birth to large numbers of offspring, sometimes millions, in rapid reproductive cycles. Many of these organisms are able to thrive in extreme or unstable environments which lack resources. The bacteria *Deinococcus radiodurans* is one such example. Classified as a polyextremophile, *D. radiodurans* can resist multiple

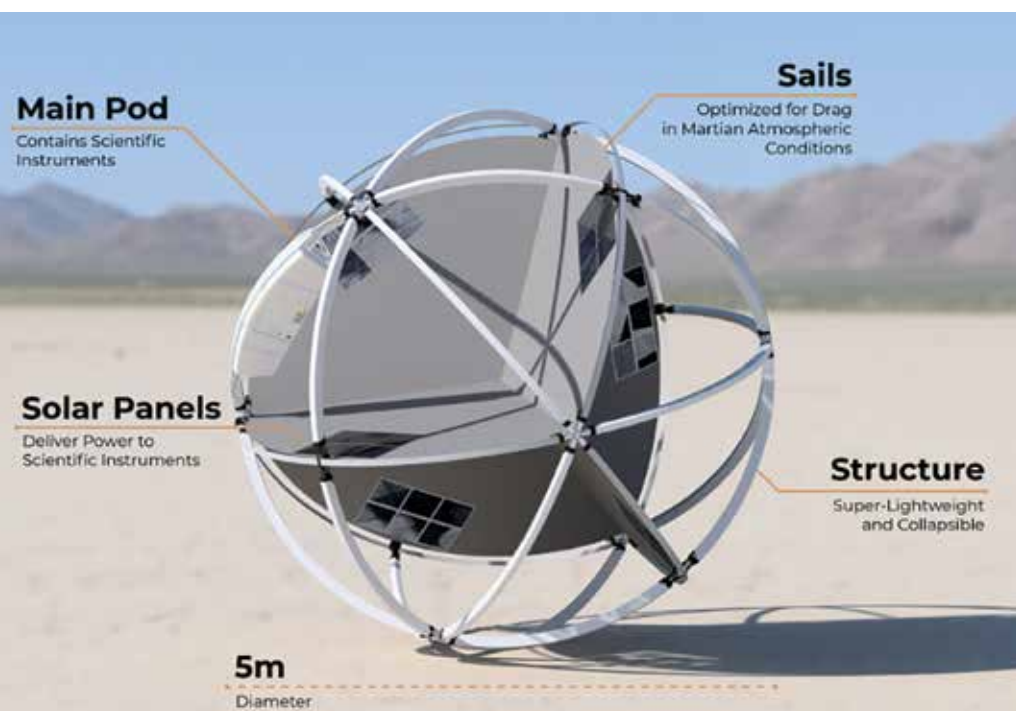
stresses, including intense gamma rays in space, desiccation and oxidative stress. So if nature were to pick a strategy to survive on Mars, what would it be?

For Team Tumbleweed, the answer is clear: the Tumbleweed mission concept involves deploying more than ninety rovers over the Martian poles. This swarm-based approach brings multiple benefits, including an exponentially lower risk of mission failure.

A Pioneering Approach Built on Multiple Innovations

Sending 90+ low-cost vehicles instead of a single, high-cost rover is one of the multiple ways that Team Tumbleweed is innovating. The swarm approach enables economies of scale that bring down the manufacturing costs and, importantly, provides rover redundancy. In addition to greatly reducing mission risk, having many rovers allows mission control to reach previously inaccessible spots. It becomes acceptable to sacrifice a rover and send it to a crater, cave or valley where it is impossible to bring it back from, as enough other rovers remain to continue their exploration.

Another flagship innovation involves using wind as an energy source. Traditional rovers rely on electrical power, stored in batteries, for all their operations, including locomotion. To power instruments and communications, the Tumbleweed rovers will use batteries charged by



Top: the Tumbleweed mission concept proposes a swarm of wind-driven rovers to explore Mars. [Leonardo Bonanno] Bottom: the lightweight and low-cost rovers have solar panels mounted on their sails and can carry scientific instruments in their pods.

flexible solar panels mounted in the sails. But for locomotion, they rely on the Martian winds, saving a significant amount of energy and increasing the distance that each rover can travel in its lifetime by two orders of magnitude.

To enable wind-driven locomotion, it is critical that the rover is lightweight. Complex and heavy landing systems are not an option. The Tumbleweed rovers will be deployed mid-air and will then unfold and land softly on the Martian soil. Mid-air deployment and unfolding is estimated to reduce the cost of the landing systems by two orders of magnitude.

Using lighter systems for deployment and locomotion increases availability for payload instruments, allowing the rovers to deliver more data and reducing further

the cost per data unit.

Finally, when the scientific missions are completed, the rovers will remain a valuable asset. Scattered over a large surface area on Mars, the rovers will become a stationary, solar-powered infrastructure network of sensor stations, extending its lifespan and reducing environmental impact on Mars.

What's in a Tumbleweed Rover?

The Tumbleweed rovers are spheroid structures, equipped with sails that are optimised for drag in Martian atmospheric conditions.

Since the atmospheric pressure on Mars is less than one percent of the pressure at sea level on Earth, the sails need to be big enough to effectively harness the Martian

winds. The sails can also be folded, allowing the rover to alternate between a stationary state and on the roll.

The rovers' structure is lightweight and collapsible, so that dozens of them can be carried in a single rocket.

Importantly, each rover will have one or more pods for payload. Payload will include scientific instruments that are sturdy enough to resist the motion vibrations, such as atmospheric sensors, magnetometers, and multispectral cameras. Data can be collected on the roll as well as when the rover is stationary, depending on the mission's science goals.

Flexible solar panels will be mounted on the sails to provide a power source for instruments and communications.

Standing at a whopping 5 meters tall, Tumbleweed rovers promise to become an iconic and impressive sight for future astronauts on Mars.

Uncovering Mars Mysteries and Setting the Stage to Human Exploration

Team Tumbleweed's innovative approach can become key for NASA and ESA to achieve their ambitious roadmaps for Mars exploration and to find answers to the most pressing mysteries around the Red Planet. NASA's Mars Exploration Program Analysis Group (MEPAG) has set four overarching goals which include determining if Mars ever supported life, preparing for human exploration, and understanding the origin, processes, and evolution of Mars from a geological and climate perspective.

The goals of ESA's Terra Novae 2030+ roadmap are threefold: create new opportunities in Low Earth Orbit, enable the first European on the Moon by 2030, and ensure that Europe is part of the first human mission to Mars.

Today, there are three rovers and seven orbiters actively operating on Mars. New scientific findings that stem from these missions are shared weekly by ESA, NASA, and other agencies, with the rovers Curiosity and Perseverance – lovingly nicknamed "Percy" – achieving worldwide recognition.

But these findings often open the door to more questions. Ultimately, it takes much more than a village to map an entire planet.

As the celestial body that humanity wants to make a home of next, it is crucial that

we grow our knowledge about Mars, and collect vast datasets.

The Tumbleweed swarm mission is ideal for mapping rough terrain during its rolling phase and provides a large-scale network of measurement stations in the stationary phase. On the move, Tumbleweed rovers can provide data on sediment transporting different types of terrains, namely the polar glaciers. As a distributed network, Tumbleweeds can provide global-scale atmospheric measurements using an environmental sensing suite, among numerous other use cases.

An increased access to Mars data will speed up preparation for human missions and enable studies in atmospheric sciences, astrobiology, surface geology, interior geology, and more.

Bringing Space Home

In the 7-year-history of a road that is inevitably long, Team Tumbleweed has accumulated an extensive list of achievements. The startup has been backed by ESA Business Incubation Centre (BIC) Austria and has recently received a grant from the Austrian Research Promotion Agency (FFG). It has forged partnerships with companies and institutions that are critical to its long-term success, such as TU Delft, the Aerospace Innovation Hub, and global steel and technology group Voelstapine. The startup's bold vision as well as its bright leaders have attracted advisors and mentors from the industry – from companies like Airbus and SES – and academia, especially in the Netherlands and Austria.

The team participated in two Mars analogue missions organised by the Austrian Space Forum. AMADEE-18, which took place in Oman, served as the first big test for the Tumbleweed rover. The V2 prototype was tested, and learnings were incorporated into V3, nicknamed "Pink Lady", which was successfully tested in the Negev Desert, Israel, during the 2021 AMADEE-20 mission.

Tied to the vision of making deep space accessible to everyone, Team Tumbleweed is committed to building a global, diverse team, and invests significantly in space education. The first prototype of the Tumbleweed rover is in exhibition in the Technical Museum of Vienna and the team organised a 3-day Space Camp for kids in Vienna in 2022.

Currently, the team is working on its



Top: prototype V3, nicknamed "Pink Lady", during the 2021 AMADEE-20 mission in the Negev Desert, Israel. [OEWF] Bottom: in 2022, Team Tumbleweed organised a Space Camp in Vienna, Austria.

Distance Travelled by Mars Missions

Mars surface area: 144.4 million km²

- Tumbleweed mission (estimated, ~90 rovers): 4.33 million km²
- Sojourner (1997): 0.1km
- Spirit rover (2004 - 2010): 7.7 km
- Opportunity rover (2004 - 2018): 45.16 km
- Curiosity rover (2012 - today): 31.99 km
- Perseverance rover (2021 - today): 27.33 km

deployment demonstrator mission, securing financial sustainability, and building up its organisation to transition to a fully paid team, all of this by the end of 2025. As part of this journey, it is key to work on sub-technologies – such as lightweight power systems, navigation, computatio-

nal resources and communications – that can be used for the benefit of humanity, on Earth and Low Earth Orbit, and serve as short-term revenue sources.

The road to Mars is long and challenging, but at Team Tumbleweed, it is crystal clear: it is one that is worth paving.

Boek 'Wat is de ruimte waard' & theatervoorstelling 'Maankoorts'

Michel van Pelt

In 'Wat is de ruimte waard' laat dichter en theatermaker Marjolijn van Heemstra haar licht schijnen op het geplande gebruik van de maan, en maakt ze vergelijkingen met de kolonisatie van gebieden op aarde in ons verleden.

In haar essay, geschreven voor de Maand van de Filosofie van vorig jaar, en haar daarop gebaseerde monoloog-theatervoorstelling 'Maankoorts', legt Van Heemstra een link met de betrokkenheid van haar eigen familie bij de ontginning van Suriname. Waar we nu een kwetsbaar ecosysteem zien, zag haar voorvader als gouverneur van Suriname slechts een wingebied. Bomen werden gekapt, de grond werd opengebrouwen voor kostbare metalen. De waarde van het oerwoud werd slechts gerepresenteerd door wat er uitgehaald kon worden.

Geen redelijk mens bekijkt de natuur nu nog door zo'n zelfde bril. Maar, stelt Van Heemstra, maken we nu niet dezelfde fout door de maan op een vergelijkbare manier te beschouwen? Klopt het wel dat NASA de maan als niemandsland lijkt te zien, en dat plannen om de maan commercieel te ontginnen en als tankstation te gebruiken geen strobreed in de weg

worden gelegd? In eerste instantie kan je daar, als ruimtevaartenthousiast, natuurlijk tegenin brengen dat de maan een dood hemellichaam is, waar niets en niemand leeft en waar zelfs geologisch allang niets meer gebeurt. Derhalve kan er niets vervuild of beschadigd worden. Toch?

Van Heemstra betoogt overtuigend dat de maan meer is dan een dode steenklomp. Ze speelt een grote rol in het leven van allerlei dieren, en in eeuwenoude tijdmeting, verhalen en tradities. Het uiterlijk van de maan, althans één kant ervan, is voor iedereen op aarde zichtbaar. Als daar straks littekens op te zien zijn, verliezen we dan niet iets van haar schoonheid en mysterie? Miljarden jaren aan geologische geschiedenis ligt er in haar binnenste bewaard. Op haar zuidpool is waterijs gevonden. De hoeveelheid van dat ijs is waarschijnlijk beperkt. Mijnbouw kan dus een onherroepelijk verlies aan wetenschappelijke informatie betekenen. Van Heemstra is van mening dat we de maan, liefst volledig, met rust moeten laten, om haar schoonheid, mystiek en geologische geschiedenis te bewaren.

Tijdens de theatervoorstelling komt een animatiefilmpje voorbij waarin landers

steeds meer maanwagentjes aanvoeren, tot ze als mieren over het maanlandschap krioelen. Intussen groeit een maanbasis uit tot een maanstad. Het deed mij denken aan de stadsplannen van de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw, met reusachtige gebouwen en snelwegen die dwars door en over de "moderne" stad lopen. Ook dat leek destijds heel pragmatisch en vooruitstrevend, maar onlangs werd in Utrecht een autoweg opgebroken en weer in een gracht teruggetransformeerd. Niemand wil meer wegen dwars door zijn flatgebouw. Ook verminking van het landschap door open mijnbouw staat al decennia ter discussie. Het zou idioot zijn als we in de ruimte dezelfde fouten maken als nu en in het verleden op onze planeet, zeker omdat het op de maan een stuk moeilijker zal zijn de schade te herstellen; bij gebrek aan wind- en watererosie blijft elke voetstap, elk bandspoor en elke gegraven sleuf daar miljoenen jaren te zien. Momenteel wordt door diverse groepen gestreefd naar rechten voor (natuur)gebieden, en zijn er zelfs al rivieren als rechtspersonen erkend. Van Heemstra stelt dat ook de maan zulke rechten moet krijgen.

**Maankoorts; voorstelling
over de geschiedenis én
de toekomst van koloniale
mijnbouw**

In diverse theaters – speeldata:
[www.marjolijnvanheemstra.nl/
agenda](http://www.marjolijnvanheemstra.nl/agenda)



Desondanks lijkt mij dat er een tussenweg mogelijk is. Rücksichtslose kolonisering van de ruimte is een slecht plan, en mensen als Elon Musk en Jeff Bezos moeten niet alles kunnen doen wat in ze opkomt. Ook niet in een zogenaamd "dood" landschap. Aan de andere kant, als de maan onaantastbaar is, en daarmee neem ik aan dan ook de planetoïden en Mars, dan zitten we als mensheid effectief vast op aarde. Gelimiteerde bewoning van en mijnbouw op de maan moet mogelijk zijn lijkt mij, zonder dat hemellichaam voor altijd te ruïneren. Ook zal de maanmijnbouw op wel heel grote schaal moeten plaatsvinden om daar vanaf de aarde zonder grote telescoop iets van te kunnen zien. De volledige restrictie van commerciële activiteiten op de maan die Van Heemstra in haar toneelstuk lijkt te beogen gaat mij erg ver, maar in haar boek schrijft ze: "Dit essay is niet bedoeld als definitieve punt maar als opening voor een gesprek". Haar oproep over de fouten van het (koloniale) verleden en de commerciële ontginning van de aarde na te denken en ons af te vragen of de Artemis Akkoorden wat dat betreft voor de maan wel voldoende waarborgen geven is in ieder geval gerechtvaardigd. Lees haar essay, ga naar haar voorstelling en formuleer zelf uw mening.

Wat is de ruimte waard

Marjolijn van Heemstra

de Correspondent, 2023

EAN: 9789493254282

Paperback, e-book, audioboek
90 blz.

Paperback: 10,00 €





Celestis, Inc., voor uw laatste ruimtereis

Bert Vis

Miljoenen mensen zouden graag naar de ruimte willen reizen. Helaas blijft dit voor de meeste mensen een droom, want een reisje naar een baan om de Aarde kost op dit moment minimaal 50 miljoen dollar, en dat kunnen de meesten onder ons niet ophoesten. In de afgelopen jaren is daar een betaalbaarder alternatief voor gekomen: op dit moment bieden Virgin Galactic en Blue Origin suborbitale vluchten aan, maar daarbij ben je maar ongeveer vijf minuten gewichtloos. Bovendien ben je daar nog altijd minimaal zo'n kwart miljoen dollar aan kwijt, ook geen bedrag dat heel veel mensen eenvoudig kunnen neertellen.

Er is echter een derde bedrijf, dat je voor een fractie van de eerder genoemde bedragen in een baan om de aarde kan brengen. Er zit wel een addertje onder het gras: je moet namelijk wel eerst gecremeerd worden...

Celestis, Inc. is gevestigd in Houston en werd opgericht om nabestaanden de mogelijkheid te bieden om een beetje as van hun geliefde de ruimte in te brengen. Dat gebeurt dan door capsules met die as mee te laten liften op lanceringen van sondeerraketten, satellieten, of sondes die naar of voorbij de maan moeten vliegen.

Na oprichting in 1994 werd door Celestis een overeenkomst gesloten met Orbital Sciences Corp. om als secondary payload mee te vliegen met lanceringen van OSC's Pegasus en Taurus raketten. Op 21 april 1997 werd de eerste vlucht, Founders Flight gedoopt, uitgevoerd en tot op heden is die gevolgd door nog eenentwintig lanceringen. Hiervan mislukten er vier. Daarnaast lukte het

een Luna Service missie niet om, na een weliswaar geslaagde lancering, de maan te bereiken.

Inmiddels zijn er meer contracten afgesloten en vinden er lanceringen plaats op meer types raketten, zoals de Athena, SpaceLoft XL, Vulcan-Centaur, en Falcon-1, Falcon-9 en Falcon Heavy. Ook het aantal lanceerbases van waar gelanceerd wordt is niet beperkt gebleven tot voor de hand liggende, zoals het Kennedy Space Center en Cape Canaveral Air Force Station in Florida, en Vandenberg AFB in California. Vluchten hebben namelijk ook al plaatsgevonden vanaf het atol Kwajalein in de Stille Oceaan, Spaceport America in New Mexico, en één begon zelfs vanaf de Canarische Eilanden. Vanaf die laatste locatie werd de Founders Flight uitgevoerd met een OSC Pegasus XL raket, die werd gelanceerd door OSC's 'Stargazer' vliegtuig dat daar was opgestegen. De Pegasus bracht de Celestis payload in een baan van 578 x 551 km rond de Aarde, waar hij zijn rondjes draaide tot hij uiteindelijk op 20 mei 2002 terugviel in de atmosfeer ten noordoosten van Australië.

Wisselend succes

De zesde lancering was de eerste in het kader van de 'Earth Rise service'. Daarbij werden capsules met as gelanceerd vanaf Spaceport America op een suborbitale missie. Het bijzondere van deze vluchten is dat de capsules na het bereiken van de ruimte (boven 100 km hoogte) weer terugkomen naar de Aarde. Daar worden ze met behulp van kleine zendertjes op de payload door een helikopter opgespoord en geborgen, waarna ze aan de families worden teruggegeven met een certificaat waarop de succesvolle lancering en verdere vluchtdetails worden beschreven. Ook krijgen de families een professionele video van de lancering en alles daar omheen.

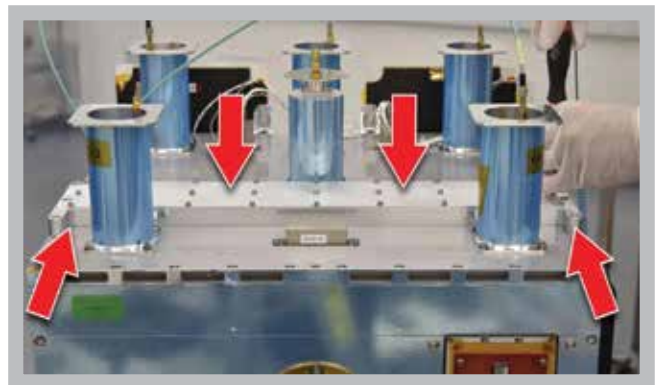
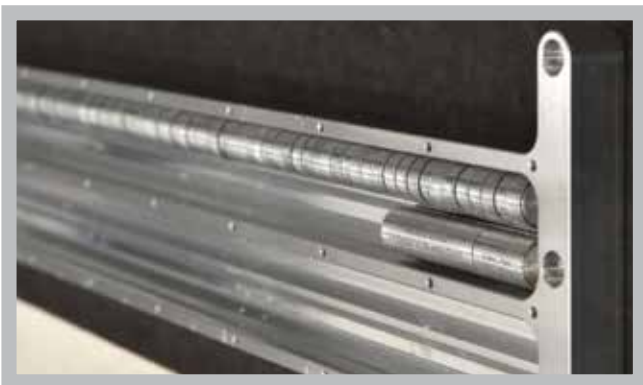
De eerste keer dat dit het plan was ging het echter niet meteen vlekkeloos. De vier zendertjes vielen voortijdig van de parachute waaraan ze waren bevestigd, waardoor ze een verkeerde locatie aangaven. Het duurde uiteindelijk twee weken vóór de capsules werden teruggevonden, en de vlucht voor wat Celestis betrof alsnog als succes de boeken in kon.

Op 8 januari 2024 werden met één lancering de 21^e en 22^e Celestis vluchten uitgevoerd. Zowel de Enterprise Flight (Voyager service naar 'deep space') en Tranquility Flight (Luna service, naar de maan) liften mee met de Vulcan-Centaur raket waarmee Astrobotics' Peregrine maanlander in een baan om de aarde werd gebracht. Helaas voorkwam een technisch probleem daarna dat de Peregrine de maan bereikte. De Tranquility Flight was daarmee mislukt, maar de Enterprise Flight was een succes.

De meest recente lancering vond plaats op 16 augustus 2024. Vanaf Vandenberg



Logo van Celestis. [Celestis, Inc.]



Linksboven: op de Heritage Flight werden 152 capsules met as meegenomen op de Orbital Test Bed (OTB) satelliet van de Amerikaanse luchtmacht. [Celestis, Inc.] Rechtsboven: de capsules worden geplaatst in de container die op de OTB zal worden bevestigd. [Celestis, Inc.] Linksonder: Capsules in de container. [Celestis, Inc.] Rechtsonder: de container na het bevestigen op de OTB. [Celestis, Inc.]

Air Force Base in Californië bracht een Falcon-9 raket maar liefst 108 satellieten in een baan om de Aarde. Één daarvan was de TROOP F-2, die as aan boord had van 57 klanten van Celestis.

'Passagiers'

Verschillende voormalige astronauten hebben er voor gekozen om as via Celestis de ruimte in te sturen: Gordon Cooper (Mercury-9), Bill Pogue (Skylab-4), Mike Lampton (reserve Payload Specialist voor STS-9/Spacelab-1), en Phil Chapman, die in 1967 door NASA werd geselecteerd maar besloot ontslag te nemen vóór hij werd aangewezen voor een vlucht. As van Cooper, Lampton en Chapman vloog zelfs al op meerdere vluchten.

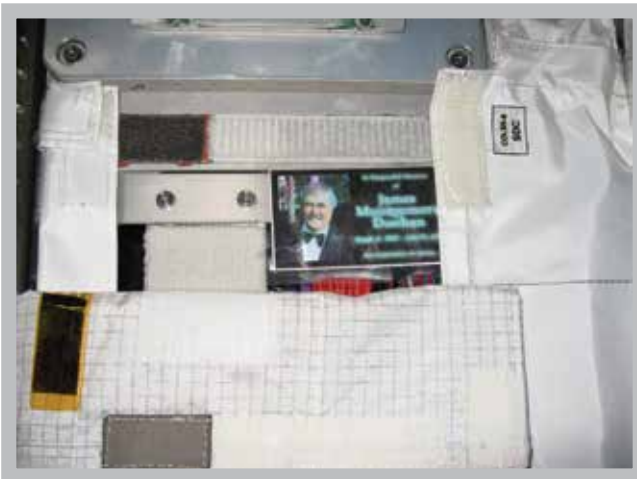
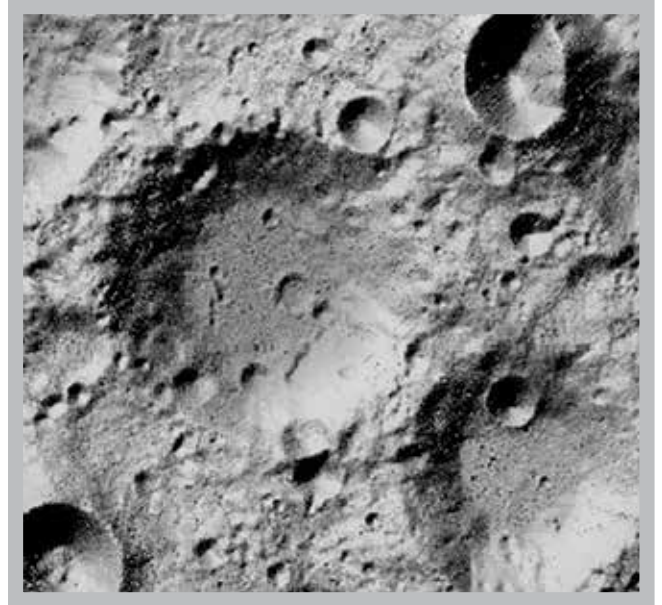
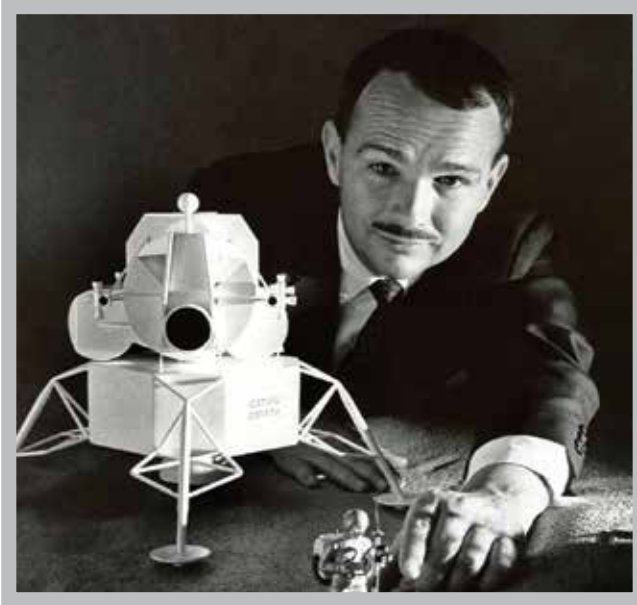
Naast astronauten werd ook van andere bekende mensen as via Celestis gelanceerd, zoals van zanger Randy VanWarmer, wetenschappers Gerard O'Neil en Eugene Shoemaker, en schrijvers Arthur C. Clarke en Timothy Leary. Shoemaker was een geval apart. Op verzoek van NASA (!) hielp Celestis vrienden van de beroemde wetenschapper om "een symbolische hoeveelheid as" mee te sturen met de Lunar Prospector. Hij was

dan ook de enige 'passagier' van Celestis op die vlucht, die werd gelanceerd op 7 januari 1998. Aan het eind van de wetenschappelijke missie sloeg de satelliet op 31 juli 1999 volgens plan te pletter dicht bij de zuidpool, waarmee Shoemaker een permanent monument op de maan kreeg. De locatie was met zorg gekozen: het was namelijk in de krater die zijn naam draagt. Hij is voornamelijk de enige mens die op de maan 'begraven' is. Naast de as bestaat het monumentje uit een portretfoto, wat gruis uit de Barringer meteoriet krater in Arizona, en een bronzen folieblad met zijn naam, zijn geboorte- en sterfdatum, en een citaat uit Shakespeares 'Romeo and Juliet'. Shoemaker is inmiddels niet meer de enige wetenschapper wiens as richting een ander hemellichaam werd gestuurd. Toen NASA's New Horizons sonde op 19 januari 2006 vertrok richting Pluto en zijn maan Charon, was aan boord een kleine hoeveelheid as van Pluto's ontdekker Clyde Tombaugh. Op het containertje was de volgende tekst gegraveerd: *"Interred herein are remains of American Clyde W. Tombaugh, discoverer of Pluto and the Solar System's 'third zone'. Adelle and*

Muron's boy, Patricia's husband, Annette and Alden's father, astronomer, teacher, punster and friend: Clyde W. Tombaugh (1906 - 1997)". In dit geval was het meesturen door NASA echter buiten Celestis om geregeld.

Nederlanders

Zeker vier Nederlanders hebben via Celestis de ruimte bereikt. De eerste was Danny van der Hoek (1982-1997) uit Hoogvliet, via de Ad Astra Flight in 1998. De tweede was Kees Mulder (1969-1998) uit Hillegom, gelanceerd met de Millennial Flight in december 1999. Van de andere twee, Daphne de Jager uit Deurne (1985-2003), en Jeroen Krupe uit Hasselt (1977-2006) werd zelfs twee keer as gelanceerd, met de Explorers Flight in 2008, en met de New Frontier Flight in 2012. Helaas bereikte de Explorers Flight geen baan om de Aarde, omdat de eerste trap van SpaceX's Falcon-1 raket niet loskwam van de tweede. Daardoor gingen zowel een militaire als twee NASA satellieten, en de Celestis container verloren. Maar omdat desondanks een hoogte van 217 km was bereikt, kon in dit geval nog wel worden gesproken van een suborbitale



Linksboven: Eugene Shoemaker. [NASA] Rechtsboven: de Lunar Prospector met het monumentje voor Shoemaker sloeg volgens plan in, in de krater die naar hem werd vernoemd. [NASA] Linksonder: het kaartje met wat as van Star Trek acteur James Doohan in de Columbus module van het ISS. [Richard Garriott] Rechtsonder: de container met as van Clyde Tombaugh, bevestigd op NASA's New Horizons sonde. [JHU/APL]

vlucht. De klantenservice van Celestis was echter op orde en er mocht met de New Frontier Flight gratis een nieuwe poging worden gedaan. Die nieuwe poging slaagde wel.

Star Trek

De populaire science fiction serie Star Trek leverde ook de nodige 'passagiers' voor Celestis vluchten. Niet alleen de bedenker van de serie, Gene Roddenberry, maar ook diverse leden van de cast, zoals James Doohan (Scotty), Nichelle Nichols (Luitenant Uhura), en DeForest Kelly (Dr. McCoy).

Doohan was zelfs een regelmatige passagier. Hij 'vloog' op de Legacy, Explorers, New Frontier en Enterprise vluchten van Celestis. Daarnaast ging hij ook nog naar het ISS, al was hij daar meer een verster-

keling: op zijn vlucht met Soyuz TMA-13 smokkelde Spaceflight Participant Richard Garriott namelijk drie kaartjes mee die wat as van Doohan bevatten. Één van die kaartjes liet hij achter aan boord van het ISS, in de Europese Columbus module. Het tweede plaatste Garriott tussen de luiken van de leef- en de landingsmodule van de Soyuz. Toen de twee modules kort vóór de terugkeer in de atmosfeer van elkaar werden losgekoppeld kwam het kaartje daarom in de open ruimte terecht. Waarmee Doohan volgens Garriott symbolisch een ruimtewandeling had gemaakt. Korte tijd later verbrandde dat kaartje in de atmosfeer. Het derde kaartje werd mee teruggenomen naar de Aarde en later door Garriott overhandigd aan Doohans zoon. NASA kon er niet om lachen, zo vertelde Garriott onlangs in

een email: *"When NASA got word, they were... not amused. I believe they have recovered the card and claim they returned it to the Doohan family."*

Doohan was trouwens niet de enige die na zijn overlijden nog het ISS zou bereiken. Ook van NASA astronaut Janice Voss, die na vijf shuttlevluchten te hebben gemaakt in 2012 op slechts 55-jarige leeftijd overleed aan kanker werd as naar het ruimtestation gebracht. In haar geval ging het echter 'officieel', als goedgekeurde lading aan boord van OSC's Cygnus CRS Orb-2 bevoorradingsschip, dat werd gelanceerd op 13 juli 2014. OSC vernoemt zijn bevoorradingsschepen traditioneel naar overleden NASA astronauten, en deze was de 'SS Janice Voss' gedoopt. Na aflevering van de voorraden, en na te zijn volgeladen met afval verbrandde het op

| | NAAM | LANCERING | LANCEERBASIS | RAKET | SERVICE |
|-----|---------------------|--------------|----------------------|----------------|-------------|
| 1 | Founders Flight | 21 apr. 1997 | Canarische Eilanden | Pegasus XL | Earth Orbit |
| 2 | Luna 01 Flight | 7 jan. 1998 | Cape Canaveral | Athena-2 | Luna |
| 3 | Ad Astra Flight | 10 feb. 1998 | Vandenberg AFB | Taurus | Earth Orbit |
| 4 | Millennial Flight | 20 dec. 1999 | Vandenberg AFB | Taurus | Earth Orbit |
| 5* | Odyssey Flight | 21 sep. 2001 | Vandenberg AFB | Taurus | Earth Orbit |
| 6 | Legacy Flight | 28 apr. 2007 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 7* | Explorers Flight | 2 aug. 2008 | Kwajalein Atol | Falcon-1 | Earth Orbit |
| 8 | Discovery Flight | 2 mei 2009 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 9 | Pioneer Flight | 4 mei 2010 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 10 | Goddard Flight | 20 mei 2011 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 11* | New Frontier Flight | 22 mei 2012 | Cape Canaveral | Falcon-9 | Earth Orbit |
| 12 | Centennial Flight | 21 juni 2013 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 13 | Conestoga Flight | 23 okt. 2014 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 14 | Tribute Flight | 6 nov. 2015 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 15 | Starseeker Flight | 17 sep. 2018 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 16 | Heritage Flight | 25 juni 2019 | Kennedy Space Center | Falcon Heavy | Earth Orbit |
| 17 | Horizon Flight | 24 jan. 2021 | Cape Canaveral | Falcon-9 | Earth Orbit |
| 18 | Ascension Flight | 25 mei 2022 | Cape Canaveral | Falcon-9 | Earth Orbit |
| 19 | Excelsior Flight | 14 apr. 2023 | Vandenberg AFB | Falcon-9 | Earth Orbit |
| 20* | Aurora Flight | 2 mei 2023 | Spaceport America | Spaceloft XL | Earth Rise |
| 21* | Tranquility Flight | 8 jan. 2024 | Cape Canaveral | Vulcan-Centaur | Luna |
| 22 | Enterprise Flight | 8 jan. 2024 | Cape Canaveral | Vulcan-Centaur | Voyager |
| 23 | Harmony Flight | 16 aug. 2024 | Vandenberg AFB | Falcon-9 | Earth Orbit |

* = mislukt

17 augustus 2014 in de atmosfeer.

Een afscheid zoals dat van James Doohan is uiteraard niet voor iedereen weggelegd. Je moet maar net een vriend of familielid hebben die astronaut is en die een dergelijke actie kan, en vooral ook wil ondernemen. De diensten van Celestis zijn echter voor iedereen beschikbaar, en indien onder de lezers mensen zijn die interesse hebben gekregen om daar te zijner tijd klant te worden: er worden door het bedrijf vier categorieën vluchten aangeboden. Met de daaraan verbonden prijskaartjes zijn dat:

- Earth Rise Service – suborbitale vlucht, vanaf \$3.495,00;
- Earth Orbit Service – baan om de aarde, vanaf \$4.995,00;
- Luna Service – landing op de maan, vanaf \$12.995,00;
- Voyager Service – deep space vluchten, eveneens vanaf \$12.995,00.

Per vlucht wordt slechts een paar gram as per 'klant' meegenomen. Mocht een

lancering mislukken dan mag, zoals al gezegd, kosteloos een nieuwe poging worden gewaagd op de eerstvolgende vlucht in dezelfde categorie.

Overigens kunnen klanten tegenwoordig ook hun DNA door Celestis in de ruimte laten brengen. Voordeel daarvan is dat je dat tenminste nog zelf in levenden

lijve kunt meemaken! Maar dat hoeft natuurlijk niet. Zo werden bijvoorbeeld op de eerste Voyager deep space vlucht, de Enterprise Flight, enkele haren meegestuurd van vier Amerikaanse presidenten: George Washington, Dwight Eisenhower, John Kennedy and Ronald Reagan.



Voor iedere Celestis vlucht wordt een speciaal embleem ontworpen, bijvoorbeeld deze voor de Enterprise en Heritage Flights. [Celestis, Inc.]

Recensie van *Rocketry: The Nambi Effect*

Peter Buist

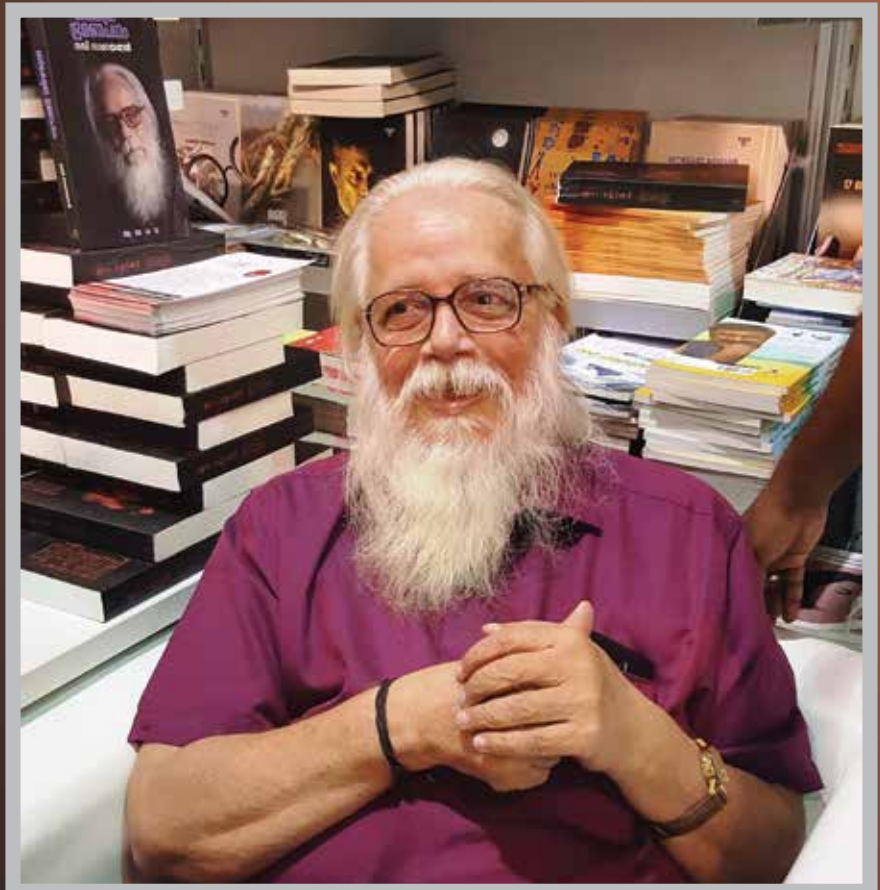
Een van de leuke aspecten van internationale vluchten met niet-Europese vliegmaatschappijen is dat je dan toegang krijgt tot andere content dan wat je normaal gesproken tegenkomt als inflight entertainment. Dit voorjaar vloog ik met een Japanse luchtvaartmaatschappij en kwam daar onder World entertainment een film over de geschiedenis van de Indiase ruimtevaart tegen. Het ging om een biografische film over het leven van Nambi Narayanan, een beroemde raketwetenschapper bij de Indian Space Research Organisation (ISRO), vanaf zijn jonge jaren als student op de prestigieuze Amerikaanse Princeton Universiteit, tot aan zijn eerherstel na een valse beschuldiging van spionage voor aartsvijand Pakistan.

Het verhaal brengt ons eerst naar de Verenigde Staten. Daar wil Nambi begeleiding bij het afstuderen voor zijn Master op het gebied van chemische raketvoortstuwing van Luigi Crocco, een beroemde Italiaanse raketwetenschapper. Omdat de vrouw van Luigi erg ziek is, begeleidt hij echter geen studenten meer. Nambi biedt aan te helpen bij de verzorging van Luigi's vrouw in ruil voor begeleiding bij het afronden van zijn studie op het gebied van vloeibare stuwstoffen. Hij studeert in een zeer korte tijd af met werk op hoog niveau, en dat blijft niet onopgemerkt want hij krijgt een NASA scholarship aangeboden. Deze weigert hij, tot verbazing van de Amerikanen, omdat zijn land hem nodig heeft.

Daarna gaat Nambi naar Schotland om zijn studie te vervolgen en weet daar apparatuur ter waarde van 400 miljoen pond van Rolls Royce te verkrijgen door in spelen op het koloniale schuldgevoel van een van de directeurs. In 1974 gaat hij met 50 Indiase ingenieurs naar SEP (Société Européenne de Propulsion, nu onder-

deel van Safran) om de Fransen te helpen met hun raketmotor. Dit als onderdeel van een afspraak waarbij Franse Viking motorteknik wordt overgedragen aan India in ruil voor 100 manjaar aan ondersteunend ingenieurswerk door ISRO. De Indiërs leren Frans maar vertelden dat niet aan hun gastheren, om zo ongemerkt zo veel mogelijk informatie binnen te halen. Er is binnen SEP een afdeling waar ze geen toegang toe hebben, maar waar gevoelige informatie te verkrijgen is waar ze behoefte aan hebben. Om daar toch binnen te komen wijzen ze de Fransen op een probleem met de stabiliteit van de

Viking motor. Ze leveren ook de oplossing aan en laten daarvoor een expert uit India komen. Deze werkt hard om het probleem op te lossen. Om hem niet van zijn werk af te leiden, besluit Nambi om hem niet te informeren over het overlijden van zijn zoon totdat het probleem met de stabiliteit van de raketmotor verholpen is, waardoor hij niet bij de crematie aanwezig kan zijn. Pas bij het vierden van de succesvolle statische test, die aantoont dat het stabiliteitsprobleem van de motor verholpen is, komt hij erachter, en is dan natuurlijk erg teleurgesteld in zijn leidinggevende.



De echte Nambi Narayanan in 2017. [Wikipedia]

Nambi vervolgd zijn carrière in India. Daar wordt de Vikas motor (de motor van de eerste trap in de Indiase Polar Satellite Launch Vehicle en Geosynchronous Satellite Launch Vehicle) ontwikkeld, op basis van Viking technologie, maar ze hebben geen budget voor het ontwikkelen en bouwen van een testopstelling. Via de oude contacten in Frankrijk lukt het om de opstelling van de Fransen te gebruiken. Tijdens de test in Frankrijk blijkt dat het Franse testteam geen vertrouwen heeft in de Indiase raketmotor, en ze sluiten zelfs weddenschappen af op welk tijdstip gedurende de test de boel vroegtijdig zal ontploffen. Uiteindelijk werkt de motor langer dan de Franse raketmotor, tot grote verbazing van het Franse team.

Vanwege de nog steeds beperkte budgetten worden cryogene motoren ingekocht voor de derde trap van de Indiase raketten (in de Sovjet-Unie, na de val van de muur. De uitvoer van de motoren wordt geblokkeerd door de Verenigde Staten en

daarom worden ze het land uitgesmokkeld via Pakistan: als aartsvijand van India wordt niet verwacht dat gevoelige goederen vanuit de Sovjet-Unie door dat land India zouden kunnen bereiken.

Terug in India wordt Nambi, tot zijn grote verbazing, beschuldigd van het verkopen van gevoelige techniek aan Pakistan. Dit komt in het nieuws, waardoor zijn familie aangevallen wordt. Nambi komt zelf voor 50 dagen in de gevangenis en wordt daar gemarteld om een bekentenis af te dwingen. Hij krijgt weinig steun van zijn ISRO-collega's. De eerste die hem wel komt bezoeken is de man waarvan de zoon was overleden terwijl ze in Frankrijk aan het werk waren. Deze maakt duidelijk dat hij niet kan geloven dat Nambi tegen de belangen van zijn land in zou gaan. Uiteindelijk wordt Nambi volledig gerehabiliteerd en krijgt hij een financiële vergoeding voor de geleden schade.

In de laatste scènes van de film wordt de suggestie gedaan dat de Verenigde Staten achter de valse beschuldigingen zaten,

omdat Nambi geweigerd had daar te gaan werken en omdat men bang was dat India een commerciële concurrent zou worden op de lucratieve lanceermarkt.

Rocketry: The Nambi Effect geeft een interessant beeld van de Indiase kijk op de wereld, waarbij de Fransen als arrogant en de Verenigde Staten als imperialist afgebeeld worden. Ook laat de film de wereldwijde verwevenheid van de rakettechnologie zien, waarbij de Indiase raketmotor via de Viking uiteindelijk terug te voeren is naar de V2-ontwikkelingen in Nazi Duitsland. De film is, als het verhaal zich in India afspeelt, in het Tamil en Hindi, terwijl bij de gebeurtenissen buiten India (in de Verenigde Staten, Frankrijk en de Sovjet-Unie) vooral Engels gesproken wordt.

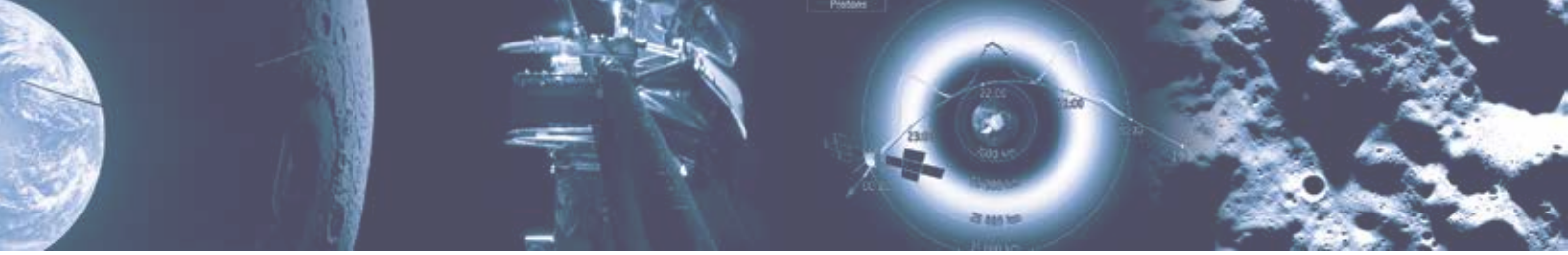
Te zien op: Amazon Prime video en Apply TV.

De feiten van de film zijn gecontroleerd door de auteur met Indiase vertegenwoordigers op het IAC 2024 in Milaan.



Overzicht van Indiase raketten op IAC 2024. [Buist]





Juice Moon-Earth Fly-by

Giuseppe Sarri

On the late evenings of the 19th and 20th of August 2024, the European Space Agency's (ESA) Jupiter Icy Moons Explorer (Juice) successfully completed a world-first Lunar-Earth gravity assist (LEGA). The spacecraft flew by the Moon on the 19th of August at 21:15 UTC (which is 2 hours later in Central European Time) at an altitude of 752 km, and it passed by the Earth one day later at 21:56 UTC at an altitude of 6839 km. Juice is now on course to Venus, which it will reach on the 31st of August 2025.

Gravity assist manoeuvres are quite normal for planetary missions: they allow the spacecraft to reach the end destination, a planet or a moon in our solar system, by optimising the propellant consumption. The energy (speed) required is coming from the celestial body they are flying by, and not from the propellant on board. In the case of Juice, to go directly to Jupiter after launch would have required a very high escape velocity, which could not be provided by the Ariane 5 launcher. During

the development phase of the spacecraft, the ESA mission team worked out a mission profile which foresees four fly-bys (the one just completed plus a Venus fly-by in summer 2025, Earth fly-by in 2026 and again in 2029). Without these fly-bys the spacecraft would need to carry so much more propellant, making it impossible to launch.

However, the gravity assist manoeuvres are not only used to increase the speed of the spacecraft but also, if necessary, to slow it down and change direction of

travel. This is exactly what happened to Juice: it slowed down a bit and its direction was changed by 100 degrees to ensure that it will move toward the Sun and encounter Venus next year. The double fly-by allowed to save more propellant than a single Earth fly-by but carried a higher inherent risk, since it required ultra-precise real-time navigation. A small mistake during the Moon fly-by could have been amplified by the Earth's gravity, potentially risking the spacecraft entering and burning up in the atmosphere of the

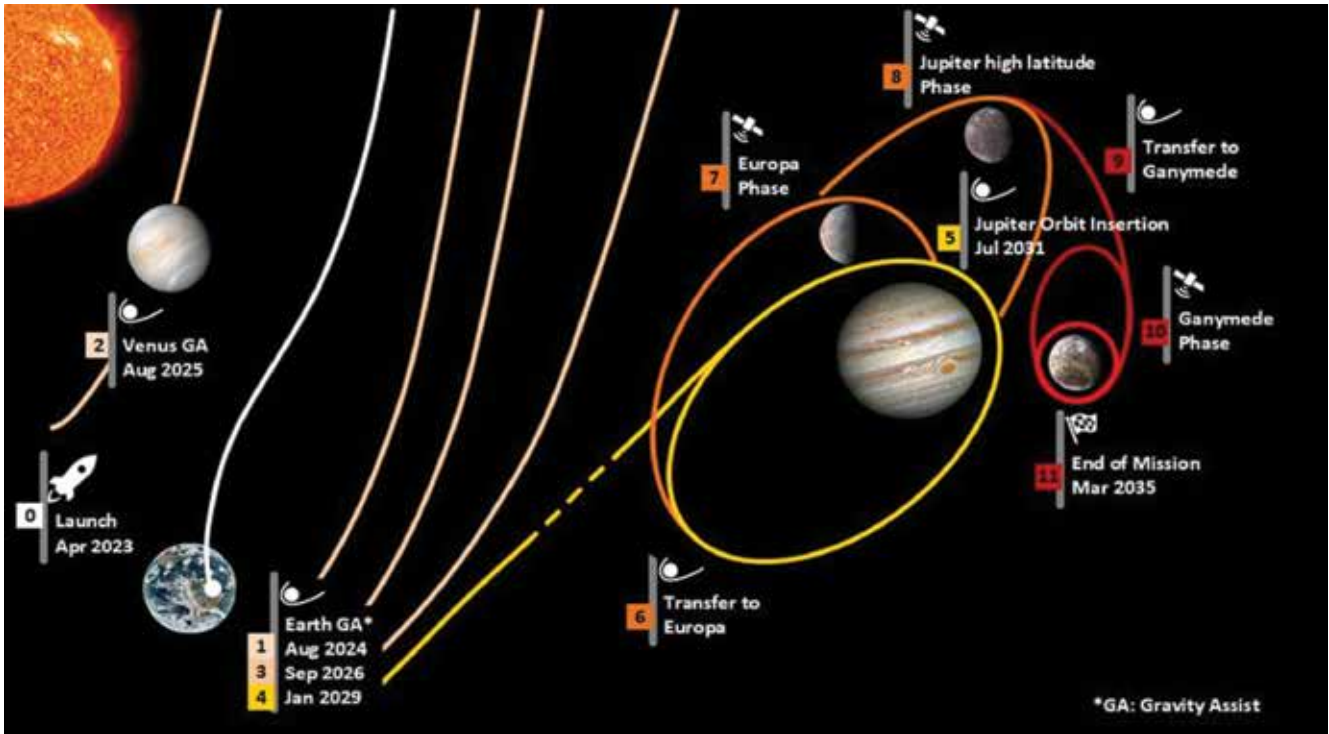
The Juice LEGA path. [ESA]



JUICE'S LUNAR-EARTH FLYBY: THE COMPLETE PATH

On 19–20 August 2024, ESA's Juice mission will achieve a world first: using the gravity of the Moon and then Earth to bend its path through space, bringing it one step closer to Jupiter.



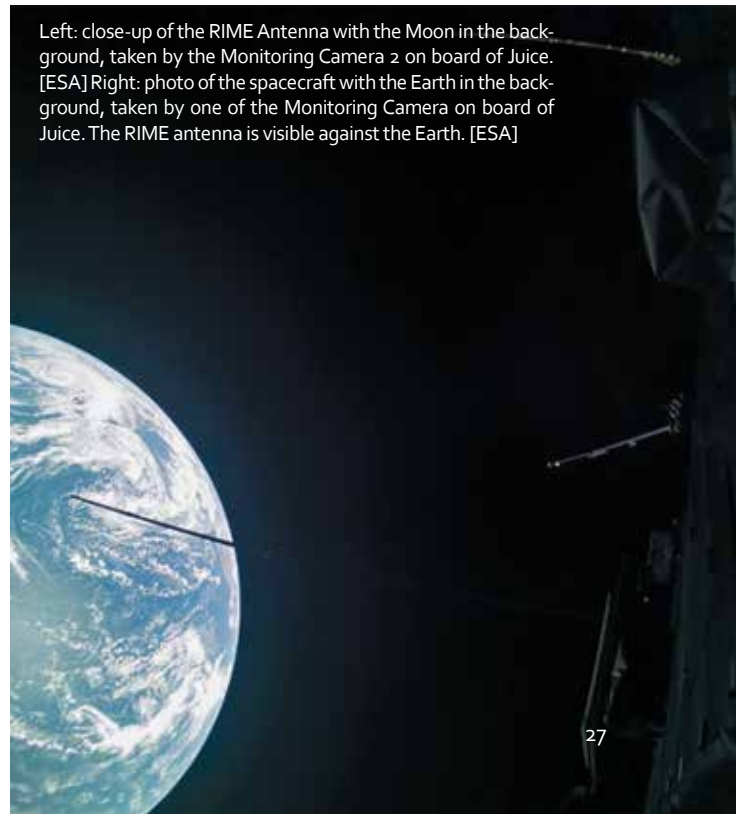


The Juice overall mission profile. [ESA]

Earth. The full sequence of the four gravity assists will allow to achieve the insertion into the orbit of Jupiter in July 2031. Following the Moon fly-by the ESA Flight Dynamic Team analysed the new trajectory and confirmed that the manoeuvre was executed perfectly, therefore no fine-tuning correction before the Earth fly-by was necessary. The Earth fly-by was out of ground visibility since it happened at a time and place when the spacecraft had no coverage by the three deep space antennas (Cebreros in Spain, New Norcia

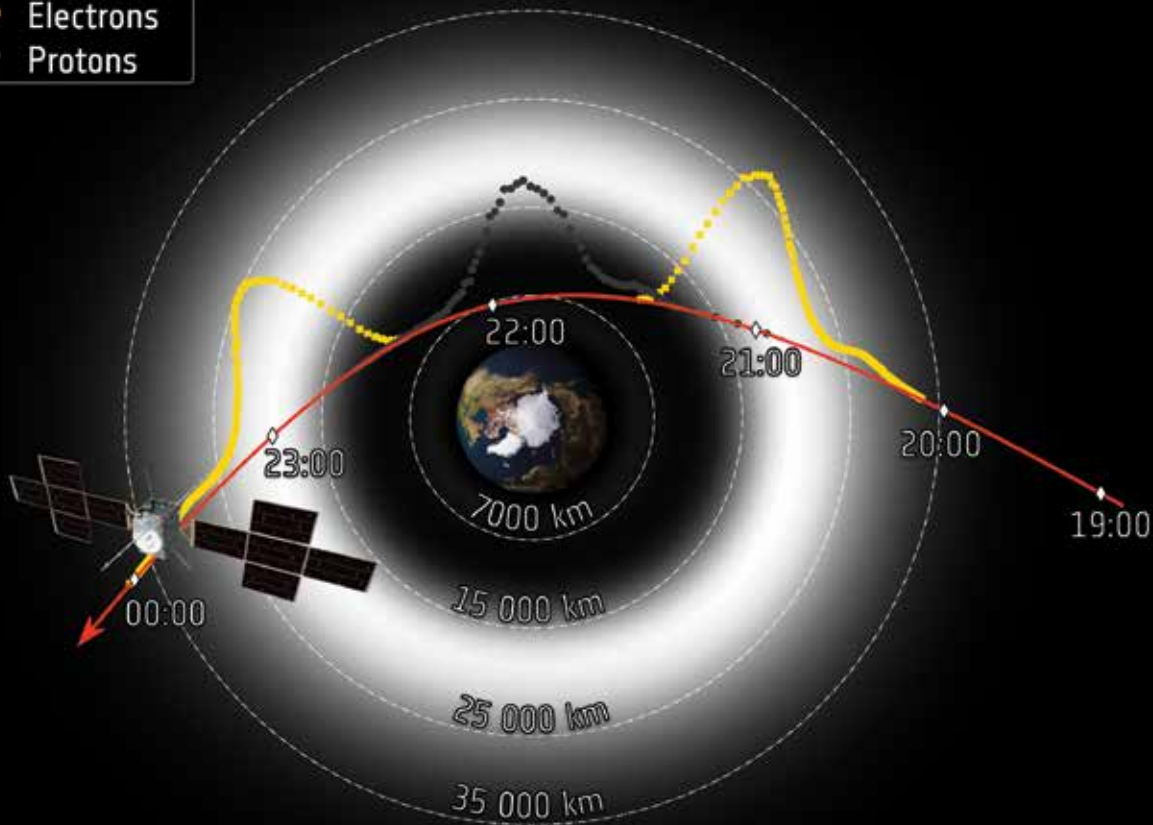
in Australia and Malargue in Argentina) nominally used during the mission. All planned activities were therefore pre-programmed. Since there always is a non-negligible risk of space debris collision for a spacecraft orbiting Earth, the ESA Space Debris Office in collaboration with the United States Space Command made a check, which fortunately showed no significant collision probability. Several live images were captured using the spacecraft's two monitoring cameras that provide black-and-white snapshots,

which can be processed in colour. These cameras were designed to monitor the status of the spacecraft shortly after launch, as it unfolded its solar panels, antennas and booms in space. Having done their job flawlessly, the ESA operation team decided to switch them on again to take images as Juice made its closest approach to the Moon and Earth. Other images were taken by the Navigation Camera (which will be used, once in the Jovian system, to support autonomous navigation of the spacecraft during the



Left: close-up of the RIME Antenna with the Moon in the background, taken by the Monitoring Camera 2 on board of Juice. [ESA] Right: photo of the spacecraft with the Earth in the background, taken by one of the Monitoring Camera on board of Juice. The RIME antenna is visible against the Earth. [ESA]

- Electrons
- Protons



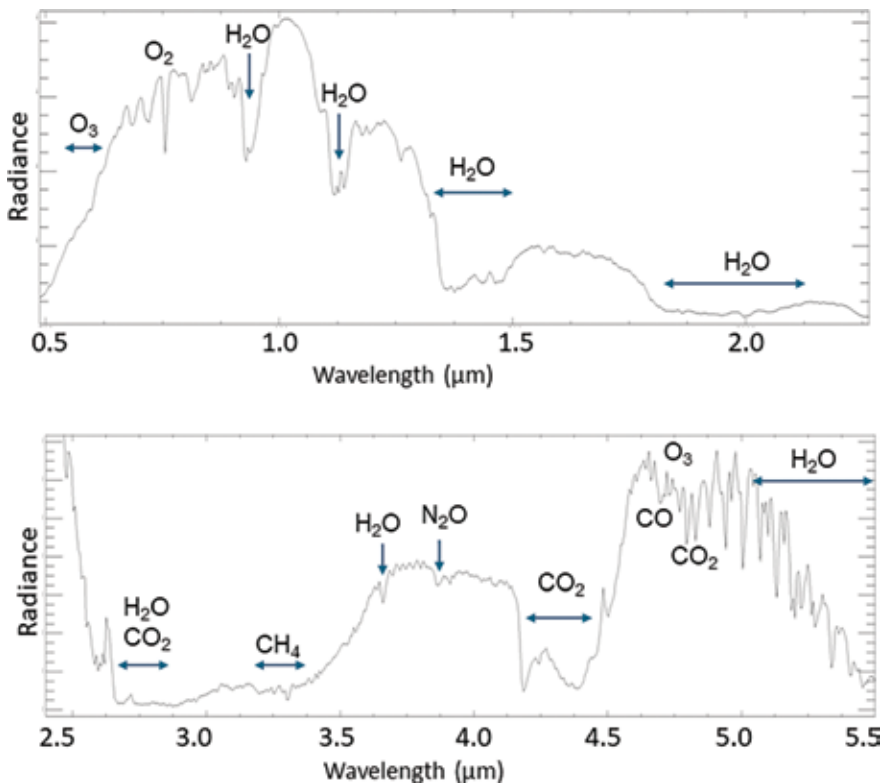
This drawing shows Juice travelling through the Earth's Van Allen radiation belts from right to left. Electrons (yellow dots) and protons (black dots) are plotted along Juice's trajectory. [ESA]

fly-by of the moons of Jupiter) and by the scientific instruments, including a high-resolution optical camera. During the fly-by Juice travelled through the Van Allen radiation belts, which are two zones of charged particles that sur-

round our planet. The inner belt is mostly full of energetic protons, and the outer belt is mostly full of energetic electrons; the region in between is mostly empty. The high level of radiation makes this crossing very dangerous for electronics, but much less

in comparison to Jupiter's own radiation belts. At Jupiter, extremely energetic electrons can get through even the thickest of shielding, so they could damage Juice's scientific instruments over time. Juice carries a radiation monitor (RADEM) to continuously measure the spacecraft's exposure to high-energy particles. This monitoring is part of a long-term plan to better understand radiation throughout the Solar System and complement the instruments of the spacecraft. The fly-by was the first occasion to test the RADEM in space and it was a successful one, measuring electrons in the outer belt, then protons in the inner belt, then electrons again as the spacecraft moved away from Earth.

Even though the objective of the fly-by was to redirect the spacecraft to Venus and not to do science, it was a great opportunity to check the ten instruments and to let them work together in a pre-planned sequence, like what will happen at Jupiter. They were switched on for two hours around the closest approach to the Moon and for several hours around the closest approach to Earth. They operated smoothly, taking images, spectra, space environment data and communicating engineering information to ground to allow a deep assessment of their health status. Two of Juice's instruments, the Moons and Jupiter Imaging Spectrometer (MAJIS)



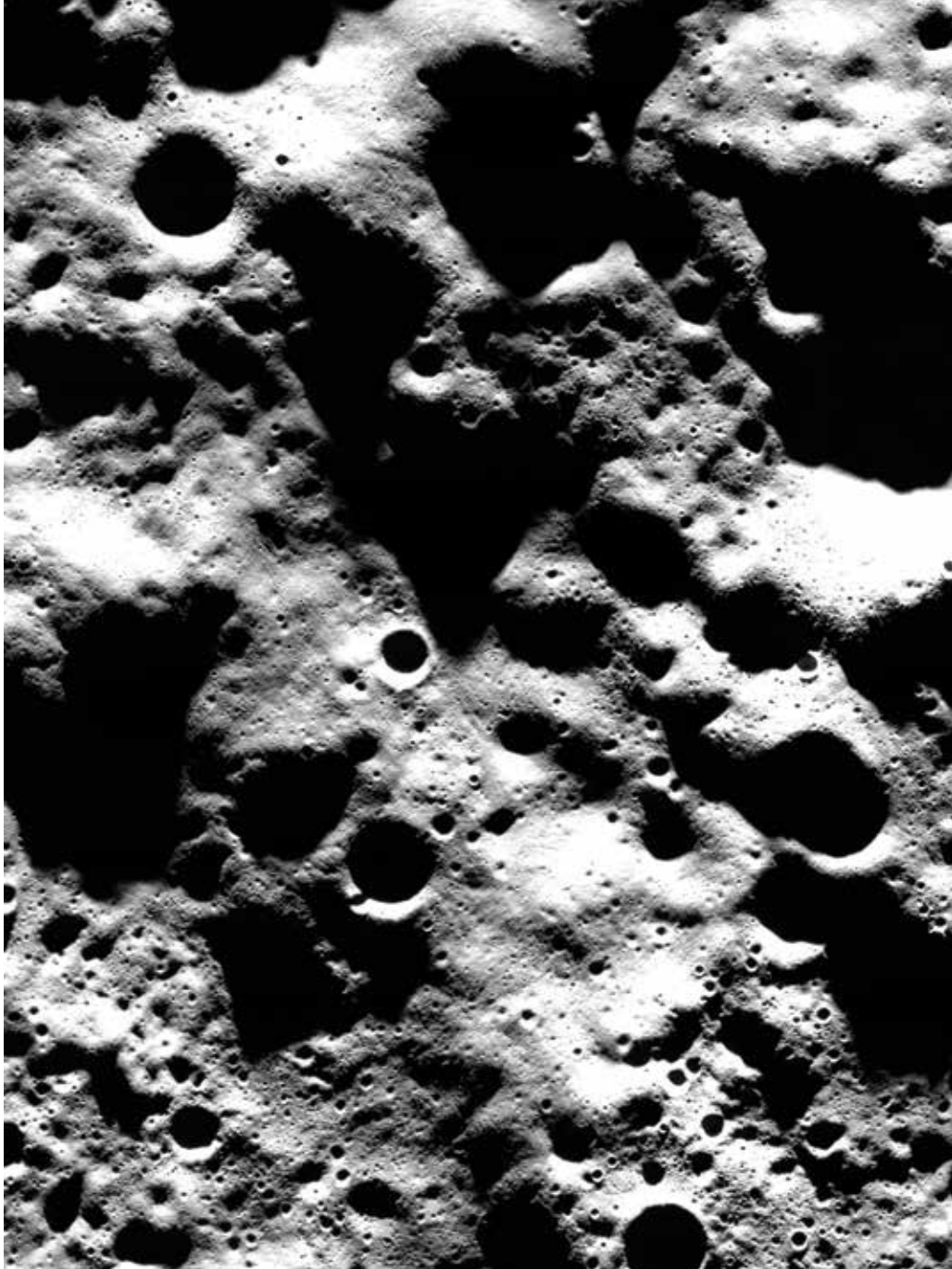
By collecting light coming from Earth, and seeing which wavelengths were reduced, the MAJIS instrument on board of Juice could tell which molecules were in between the planet and the instrument. [MAJIS team]

and the Submillimetre Wave Instrument (SWI), collected data that confirmed that Earth is habitable. They captured the signals from hundreds of molecules in Earth's atmosphere, including water and the so-called 'CHNOPS' elements (carbon, hydrogen, nitrogen, oxygen, phosphorous and sulphur) which are the most common ingredients of living organisms. Furthermore, MAJIS imaged Earth's surface in infrared light, resulting in information-rich temperature maps. The optical camera on board of the spacecraft (JANUS) acquired spectacular images at both the Moon and the Earth. However, the main aim was to evaluate how well the instruments were performing, not to make scientific measurements. For this reason, images were taken with various camera settings and time intervals, including intentionally 'blurred' images to be able to test resolution recovery algorithms which will become very useful during the science phase at Jupiter where JANUS will capture images with a resolution and coverage 50 times greater than that of previous cameras sent to the Jovian system.

The close approach to the Moon and Earth did also provide a unique opportunity to test the RIME ground penetrating radar, which was in a representative configuration for the first time. It was operated for a few minutes around the closest approach to the Moon, with the other instruments in quiet mode in order to minimise their possible interference. AX-band radio signal at around 9.2-9.5 MHz was sent from Earth to the spacecraft and was used for a co-calibration measurement.

The next assist manoeuvres will increase the energy of the spacecraft, which will reach a top speed of 140 000 km/h with respect to the sun. Once at Jupiter, seven years and 720 million km away at the time of writing, the spacecraft will have to slow down to achieve the orbit insertion for the giant planet; it will be done by firing its main engine for two hours and burning almost one metric ton of propellant. This will conclude the cruise of Juice, and the "Jupiter Tour" will begin. For four years Juice will then travel in the Jovian system, completing thirty-five fly-bys of the three icy moons and ending with the insertion in a polar orbit around Ganymede.

The author was the ESA Project Manager for Juice during its development, launch and commissioning phases.



A picture of the moon, close to the terminator, taken by the optical camera JANUS on board of Juice. The image shows the excellent resolution of the instrument. [JANUS team]

KADER

Juice, the JUperiter ICy Moons Explorer, is the first European mission to study Jupiter and its icy Moons. It was launched on the 14th of April 2023 from the European Spaceport in French Guyana by an Ariane 5 launcher. The spacecraft was built by a large industrial consortium led by Airbus Defence & Space and under the overall programme management of the European Space Agency (ESA). The mission, which is part of the ESA Cosmic Vision 2015–2025 programme, has two ambitious goals: improving our understanding of the solar system and exploring potentially habitable worlds with focus on three of the 95 moons of Jupiter: Ganymede, Europa, and Callisto. They are believed to be harbouring vast internal oceans. Identifying liquid water is crucial in the search for habitable worlds beyond Earth and to discover life as we know it. To this purpose, the spacecraft carries a suite of ten instruments covering remote sensing, geophysics and in situ particles and fields. A radiation monitor will provide information on electron, proton and heavy ions. [See also Ruimtevaart 2023-2 and 2023-4]



Generation Space, Shaping the Future Together

XXXV ASE Planetary Congress, Noordwijk, The Netherlands

Neil Da Costa, Ph.D.

The 35th Planetary Congress of the Association of Space Explorers Congress kicked off in Noordwijk, The Netherlands on 30 September. The congress is an annual, week-long event dedicated to fliers who have completed at least one full orbit of planet Earth. The attending 75 astronauts were put up at the magnificent Huis ter Duin hotel, close to the beach, looking out over the North Sea: a dramatic seascape view when sunny or more frequently cloudy and rainy during this autumn week. The ASE exists to promote human space flight across the world and the congresses follow a standard format of presentations and outreach. Most sessions were limited to members, invited guests and press, but live streamed. This year no Russian cosmonauts were invited; a first for the congress and a result of sanctions imposed by the European Union because of the current war in Ukraine. Day 1 saw the Opening Ceremony, held at the Erasmus Centre at ESA-ESTEC. With limited seating it was fliers and press only.

The congress was planned and hosted by Dutch astronaut André Kuipers and his wife Helen. In his opening speech, ASE President Reinhold Ewald acknowledged the three attending founding members of the ASE: Schweickart, Prunariu, and Farkas. There was a brief in memoriam for fliers who passed away since the last congress: Mattingly, Borman, Cleave, Truly, Stafford, Aksyonov, Al-Faris, Anders, Zudov, Engle, and McBride. Then followed a pre-recorded greeting from the ISS by Butch Wilmore and the crew aboard, while they were conducting daily activities. The head of ESTEC, Director Dietmar Pilz then welcomed the delegates. Presentations were given on the Dutch space sector's past, present and future contributions to both manned and unmanned space flight activities. Netherlands Space Office (NSO) Director General Harm van de Wetering gave a brief description of 50 years of space activities since the first Dutch satellite ANS in 1974. Researchers then presented on the Athena X-ray observatory looking for black holes, similarly to

Chandra; the network of five Sentinel observatories that monitor different greenhouse gases in the Earth's atmosphere, and the upcoming Tango mission of two CubeSats monitoring NO₂ and CO₂/CH₄ emissions, respectively.

To mark the occasion, PostNL, the Netherlands Post Office, launched a set of six stamps to commemorate the event, unveiled on stage by André Kuipers and Reinhold Ewald.

Presentations continued with the European Robotic Arm (ERA) and its history of delays before finally being deployed on the Russian Nauka module of the ISS. It was originally designed for the Hermes shuttle, and when that was cancelled, for Mir 2. Multiple EVAs were required to deploy it and make it functional.

One of the most significant Dutch contributions are solar arrays for spacecraft like Artemis and Europa Clipper. The design for Artemis is very similar to that for the ATV cargo ship series. The arrays undergo very thorough testing for acoustic noise, vibration, shock, temperature and ease of

Welcome sign to the congress in front of ESTEC's Erasmus Building. [Bert Vis]



deployment. At specific times in the Artemis mission profile the engines needed to be fired for trans lunar and trans Earth injections. For that, the arrays needed to be folded and/or swept forward or back depending upon the burn. They also had to endure high radiation and detach before re-entry; performing flawlessly on the Artemis I mission. It is planned to provide arrays for four Cygnus missions COTS and CRS 1, 2, and 3.

Further presentations were given on robotics and „nanorovers“ that do not use wheels, but scurry along like a beetle, and include a mechanism to right itself in case of a fall. The smallest such rover shown was matchbox size.

The challenges of designing Mars habitats and growing food in Martian soil are also being researched in the Netherlands. The evening dinner brought the presentation of ASE membership pins for new astronauts and new attendees to the congress.

On day 2, Matthias Maurer gave the update of ESA's activities. The five new ESA astronauts graduated earlier this year and have continued their training in Houston. No long-duration missions are planned in 2025, but Sophie Adenot and Raphaël Liegeois were assigned to flights scheduled for 2026, while a short Axiom flight will be carried out by reserve astronaut Slawosz Uznanski. The European Service Module ESM- 3 was delivered to KSC, providing propulsion for the upcoming Artemis III. The new, more powerful Ariane 6 made its maiden flight and can launch with two or four side boosters. Finally, the new LUNA joint ESA/DLR facility was unveiled in Cologne for moon walk simulation. It has a regolith surface which can be frozen and astronauts wear Atlas suits, upgraded with textiles from Pierre Cardin. The facility has live links to JSC and JAXA.



The traditional group photo of the congress participants. [ASE – Nathan Reinds]

The JAXA update came from Koichi Wakata, who retired from JAXA in March 2024 and joined Axiom. JAXA has seven active astronauts: Furukawa, Kanai (Chief Astronaut, assigned to Dragon), Hoshide (Gateway), Onishi (Dragon), Yui (Starliner), and rookies Yoneda and Suwa, who are undergoing basic training and in November will go to JSC. JAXA will send astronauts to the moon surface and is working on a moon rover.

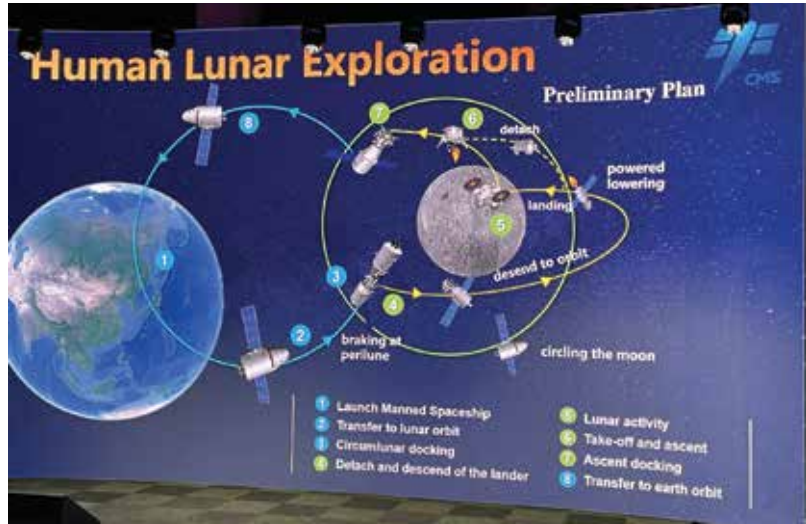
Next, Mike Fincke gave the NASA update. The astronaut corps currently has 48 active astronauts with many programs to maintain under chief Joe Acaba and deputy Shannon Walker. The next selection will be announced in summer 2025, chosen from 8000+ applicants with a class size expected to be 8-12.

Currently scheduled are Artemis II for 2025 and Artemis III, which should carry

out a lunar landing in 2026. Current issues to still be dealt with include battery systems, heatshield damage, valve malfunctions and life support systems.

Fincke also discussed the Starliner program. After Starliner OFT-1 did not make it to the ISS, 80 software corrections were implemented. On OFT-2, valves were corroded due to moisture creating nitric acid. On the recent CFT, the Teflon seals were exposed to hydrazine, softening and swelling them, resulting in helium leaks. Lessons learned included a comprehensive software audit with end-to-end simulations, propulsion and valve redesign to control moisture, and corrosion and thermal management to avoid overheating and thruster issues. There were several humorous references to Butch Wilmore and Suni Williams being 'stranded in space' according to the media reports.

Left: Start of technical sessions in the Erasmus Building. [ASE – Nathan Reinds] Right: During his presentation, Yang Liwei showed a schematic representation of the planned Chinese lunar mission. [Neil Da Costa]





Left: Chinese astronaut Tang Hongbo gives his colleagues details on his two spaceflights to the Tiangong space station. [ASE – Nathan Reinds] Right: Three members of the Polaris Dawn crew report about their recent flight. From left Jared Isaacman, Anna Menon and Sarah Gillis. [Neil Da Costa]

David Saint-Jacques gave CSA's update. Jeremy Hansen and Jennifer Gibbons are assigned to Artemis II, targeted for September 2025 and Joshua Kutryk to Starliner 1, in August 2025. ISS life science research is ongoing with eleven investigations. ISS support continues with Canadarm2/Dextre up to at least 2030, with greater ground control use. Post ISS, Canada is involved in Gateway with the smaller Canadarm3 which will have greater ground-controlled autonomy.

In the late afternoon, the fliers attended a concert at the Westerkerk in Amsterdam called „The Armed man, A Mass for Peace“ by Zang Edam and orchestra. That was followed by a reception at the Royal Palace, hosted by King Willem-Alexander and Queen Maxima.

Day 3 was the traditional Community Day, where astronauts went to several towns and cities for activities with the public, in particular university students and school children.

In the afternoon there was the official tile laying of some veteran astronaut palm prints on the „Walk of Space“ by the Noordwijk shore.

On Day 4, the updates of space agencies and commercial space companies continued from where it had left off on Tuesday. Chief taikonaut Yang Liwei presented on the Chinese space program. He discussed the continuing construction of the Tiangong space station, module additions and 15 EVA's, including a record 8.5 hour EVA. Tiangong was said to have 25 science racks for experiments on which 130 scientific research projects have been conducted. Since 1998 China has selected 49 astronauts (44 active) in four selection groups. China is developing the capability to land on the moon by 2030. Following Yang Liwei, Tang Hongbo gave a wonderful overview of his two missions, talking about life aboard

Tiangong, growing cherry tomatoes and celebrating the Spring Festival in space. As an EVA specialist on both missions, he was involved in the successful repair of a Tiangong solar panel. That was done during a 20-minute period of darkness to avoid electrocution. Remarkably, no questions were permitted at the end of the presentation.

The ISRO update was given by Dr D.K. Singh, Director of ISRO's Human Space Flight Centre. He gave an overview on India's activities in space transportation, space remote sensing/communications, space applications, human space flight, Earth observations and early warning. Plans are for a Bharatiya Space Station (BAS) in 2035 and moon landing by 2040. These are to be preceded by Gaganyaan manned missions. ISRO is also planning a Venus orbiter mission, but no timeline was given for that project.

During a surprise live connection to the ISS, Don Pettit and Mike Barratt sent greetings to the fliers and gave a guided tour of the ISS. This was conducted through Microsoft Teams using an on-board tablet, a relatively new means of communication on the station.

Mike Lopez-Alegria updated that SpaceX is contracted for the 2030 ISS deorbit, using the Node 2 port. Before that, Axiom will build its own commercial space station, attached to the ISS and detach it before the ISS is deorbited.

Drew Feustel presented on VAST, located in Longbeach, CA, where he works with Garrett Reisman to build the next generation orbital habitat. Haven 1 is scheduled to launch in 2025, for a two-week mission docking with a Dragon. It has a three-year lifetime on orbit, and expects four ten-day missions during that time, using the same orbit and inclination as the ISS. Crews would have a year of training with private and government payloads. Haven 2 is designed to succeed the ISS in 2028. Sierra Space's Tom Marshburn talked about their Dream Chaser vehicle named Tenacity. Operated from Colorado HQ and mission control it will be ready for launch in Q4, 2024 on a Vulcan rocket. It will be reusable for 15+ missions and delivering six tonnes of cargo to orbit. Additionally, Sierra is working on the LIFE Large Inflatable Flexible Environment space station module, which is like the ISS Bigelow module, currently used for storage. It has a 15+ years orbital life and six astronaut capacity. They are also working with Blue Origin to build the Orbital Reef space station.

Tim Kopra, CEO of the Starlab/Nanoracks consortium, presented on yet another commercial space station concept.

SpaceX's Omar Kunbargi, Global Business Development Director, presented on their future capabilities and vision for the moon and Mars. This included the Starship launch tower which can stack booster sections and also catch the returning booster. This seemed incredible until a week later when it happened with Starship 5's first stage capture! The Starship rocket is supposed to land vertically



The 35th ASE Planetary Congress logo. [Luc van den Abeelen]



Prior to the première of André Kuipers' film 'Beyond' the attending astronauts pose for a group photo. [ASE – Nathan Reinds]

on the moon surface. There is a launch window every 26 months (conjunction) and SpaceX envisages sending several craft each time. It was noticeable that he was mobbed by astronauts afterwards for questions.

A major highlight was the appearance of the Polaris Dawn crew of Jared Isaacman, Anna Menon, and Sarah Gillis. Sadly, Scott Poteet was absent. They described their mission and preparations for the audacious first civilian EVA. Their flight was 10-15 September and landed in the Atlantic by the Dry Tortugas, FL. It was launched into a high altitude, highly eccentric orbit, close to the Van Allen Belts. Their space suits were designed for the EVA, launch and re-entry, with heads up display, camera and new thermal management textiles. With no airlock the whole spacecraft had to be vented. Every material was vacuum chamber tested for off-gassing of materials for toxins. There were two redundant N2 tanks to

rebalance the atmosphere afterwards. Special hardware was developed to open and close the hatch. After a 45 hour pre-breathe the spacecraft was taken to vacuum pressure in 20 minutes. Isaacman went first in daylight, Gillis afterwards in darkness. Starlink was used for communications with a terrestrial router. Later Gillis played „Roy's theme“ by John Williams on the violin and was admittedly more nervous about that performance than the EVA. Menon promoted her space book, „Kisses from Space“. During the mission, the crew conducted 36 experiments from 31 partner institutions, studying space motion sickness, eye pressure, nasal endoscopy, ECG, bone density, ocular research and had brain MRI's pre and post mission.

Day 5 saw the ASE General Assembly behind closed doors. Later the film „Beyond, Ode to the Earth“ premiered with an audience of 7000, at the Ziggo Dome in Amsterdam. The film, by André

Kuipers, shows the infinite beauty of our Earth. The pictures were shown with music by renowned composer Vangelis. An astronaut panel discussion was held beforehand.

On day 6, a cultural program was organized for the fliers in Amsterdam, where they could visit the Rijksmuseum, the Van Gogh museum or Anne Frank's house. After this, a canal tour brought them to the National Maritime Museum for the closing ceremony. The EVA glove (Perchatka) was awarded to Mike Fincke for the best technical presentation while the ASE's 'Crystal Helmet' award went to Piet Smolders, renowned Dutch space journalist and writer. André and Helen Kuipers received the Leonov Medal for organizing this year's congress. André also celebrated his 66th birthday on this day.

The 2025 congress will be held in Sao Paulo, Brazil, hosted by Brazilian astronaut Marcos Pontes.

More than 7000 people attended the première of 'Beyond' in the Ziggo Dome. [ASE – Nathan Reinds]





Starliner vliegt eindelijk bemand naar het ISS, maar keert onbemand terug

Gerard van de Haar & Jacques van Oene

In ons vorige artikel over Starliner (Ruimtevaart 2020-2) meldden we de twee hoofdproblemen van de niet (volledig) geslaagde eerste onbemande testvlucht eind 2019: foute besturingssoftware en vaak onderbroken communicatie. Boeing ging hiermee gelijk aan de slag en een tweede onbemande testvlucht (OFT-2) moest het aankunnen van een eerste bemande vlucht aantonen. De aanloop naar de tweede testmissie liep nog redelijk soepel want de hoofdproblemen van de eerste missie waren relatief snel opgelost (deze hadden veelal te maken met menselijke planningsfouten). Wel werd de lancering een paar keer opgeschoven. De vluchtsimulatie in mei 2021 verliep goed.

Tweede testmissie afgelast

Op 29 juli 2021 werd de tweede Starliner op de Atlas raket naar het lanceerplatform gereden, maar door problemen met de Russische Nauka module, kort tevoren gekoppeld aan ISS, werd de Starliner vervolgens weer teruggereden naar de hangar.

Op 2 augustus stond de tweede Starliner weer gereed, maar bij de aftelling naar het lanceermoment doken grote problemen op met kleppen in de Service Module (SM2) die niet open wilden gaan; ze bleken verroest door vocht van de brandstoftanks. Dit grote probleem bleek een ontwerpfout die nu pas aan het licht kwam. Boeing besloot de Service Module voor de eerste bemande vlucht (SM4) te gebruiken voor OFT-2 en de kleppen in die module zo aan te passen dat het probleem voorkomen

kon worden. Onduidelijk is waarom de eerste testvlucht het kleppenprobleem niet had. NASA gaf in een statement aan samen met Boeing te zullen blijven zoeken naar de oorsprong van dit probleem. De tweede Starliner lancering schoof bijna een jaar naar mei 2022 en de eerste bemande (CFT) naar eind 2022. Steve Stich – NASA commercial crew program manager – zei: *“Boeing remains diligent and driven by the data during its decision making, which is key to ensuring the Starliner system is ready when we fly our test missions in 2022.”* Saillant hierbij was dat Boeing en maker van de kleppen Rocketdyne elkaar de schuld gaven.

Tweede testmissie mei 2022

Na de malaise bij de eerste missie in december 2019 verliep de tweede missie zelf eigenlijk vrij goed. Op 18 mei

werd de Atlas raket met de Starliner-terugkeercapsule Calypso naar het lanceerplatform gereden. Overigens werd dezelfde capsule als in 2019 gebruikt, en astronaut Williams had die Calypso gedoopt. Bij de aftelling bleken tot ieders opluchting alle kleppen in de Service Module goed te werken en ook na de lancering op 19 mei bleek de vluchtsoftware het goed te doen. Gelukkig maar, want de teller aan extra kosten ging richting de 200 miljoen dollar, d.w.z. boven op de ongeveer 400 miljoen dollar die de extra testvlucht sowieso al kostte. Wel haperden de OMAC-stuurraketjes af en toe. Calypso koppelde met wat vertraging op 21 mei aan het ISS en bleef bijna vier dagen vastzitten. ISS-astronaut Bob Hines was de eerste die Starliner in de ruimte binnenging. Hij begroette daar 'Rosie the Rocketeer', de test-mannequin die



Links: bemanningsleden Butch Wilmore en Suni Williams vlak voordat ze aan boord van de Starliner gaan. [Jacques van Oene] Rechts: lancering van de Atlas V raket. [ULA]

op de stoel van de commandant zat. De Calypso-operaties op bezoek bij het ISS gingen goed. De landing in White Sands, New Mexico verliep ook goed. Mark Nappi, vice president en Starliner program manager bij Boeing, zei enkele maanden later op een media-teleconferentie dat data van de OFT-2 missie *"shows the need for a minimal amount of changes to the Starliner that will fly the CFT mission"* iets wat hij *"fine-tuning"* noemde.

De eerste bemande missie schoof intussen naar februari 2023. Het fine-tuning werk betrof met name de kleine OMAC stuurraketjes die af en toe uitvielen; dit werd veroorzaakt door gruis (debris) in het systeem, hetgeen Boeing wilde verhelpen door het weghalen van filters en aanpassingen in de software. Het eerdere kleppenprobleem werd verder verholpen door vocht regelmatig weg te pompen uit de leidingen. Nappi voegde toe *"We feel that we have a good short-term solution that we are enhancing slightly for CFT because it's being implemented during the build and not after the vehicle was built, We're flying that same configuration on CFT."* De omvang van de extra kosten was intussen opgelopen naar ca 700 miljoen dollar.

Verder uitstel

Helaas voor Boeing en NASA bleef het hier niet bij. CFT schoof eerst van februari naar april 2023. Er werden niet veel details bekend gemaakt hierover, alleen genoemd werden extra software checks. Steve Stich zei in maart op een briefing *"We really need to step back here in March and take a look at where we're at and determine what the next steps are, right now we're targeting a no-earlier-than launch date of the end of April."* Echter april werd

niet veel later zomer (21 juli) en in mei doken opeens nieuwe problemen op. Eén was een oud probleem met de parachutes dat opgelost leek na beide vorige landingen maar terugkwam in mei, met fouten in de gebruikte softwaredata als oorzaak. Ook in dezelfde periode bleek sommige bedrading in de capsule brandgevaarlijk; dit kwam door onveilige verpakkingstape, een probleem dat eerder SpaceX's Dragon al had, maar NASA had die info niet doorgegeven aan Boeing... het bleek te gaan om 1,3 km (!) aan tape dat vervangen moest worden. Men hoopte nog op een CFT-missie in 2023 maar helaas. Nappi omschreef dit type problemen als 'normaal': *"We know that there are growing pains in developing and flying a new vehicle"*. De extra kosten gingen inmiddels richting de miljard dollar.

Eind 2023 ging het dan toch eindelijk de goede kant op met Boeing's Starliner. Langzaam werden alle issues tot een acceptabele oplossing gebracht en was de capsule klaar voor zijn eerste bemande vlucht.

De Starliner capsule Calypso werd op 16 april vroeg in de ochtend vanuit de C3PF hangar (zie Ruimtevaart 2020-2) naar Lanceercomplex 41 gereden. Nog dezelfde dag werd de Starliner boven op de Atlas-V raket geplaatst. Op 25 april vlogen Butch Wilmore en Suni Williams van Houston naar het Kennedy Space Center (KSC) om de laatste trainingen te doen en in quarantaine te gaan. Ook gaf NASA die dag het akkoord om te lanceren op 6 mei, na het afronden van de *"Flight Test Readiness Review"*.

Op 1 mei vlogen de auteurs van dit artikel naar Florida om de lancering van dichtbij mee te gaan maken. Het eerste media event (voor ons) was op 3 mei, een

persconferentie waar de hoogste baas van NASA, Bill Nelson, mededeelde dat alles klaar is voor de lancering, dat de laatste tests met succes zijn volbracht en de Atlas-V raket klaar is om uitgerold te worden naar het launchpad. Vroeg in de ochtend van zaterdag 4 mei konden wij zien dat de Atlas-V raket langzaam vanuit de Vertical Integration Facility (VIF) naar het launchpad 41 rolde, om daar ongeveer 30 minuten later aan te komen.

Maandag 6 mei, eerste lanceerpoging

Het is ongeveer 17 uur in de avond als de mediabus (met ons aan boord) vertrekt vanaf het perscentrum van KSC naar het Operations & Checkout gebouw om daar de crew walk-out van Butch en Suni te zien. Vlak voordat de astronauten naar buiten komen zien we Chris Ferguson aan komen lopen (Ferguson, oud-astronaut en nu werkzaam bij Boeing, was een tijdlang aangewezen als commandant van deze eerste Starliner testvlucht). We vragen hem naar zijn gevoelens en of hij niet liever aan boord was gestapt van de astronautenbus. Hij antwoordt vriendelijk en zegt: *"Nee die tijd heb ik gehad, ik ben wel jaloers op Butch en Suni en wens ze een goede vlucht toe, maar mijn tijd als astronaut zit erop. De trainingen nemen zoveel tijd in beslag dat ik blij ben dat ik die tijd nu met mijn familie door kan brengen."*

Rond kwart over zes komen Butch en Suni in hun blauwe Boeing ruimtepakken naar buiten. Het blijft toch altijd speciaal om de astronauten vlak voor hun lancering van zo dichtbij te zien. Voordat de astronauten in de Astrovan-II stappen nemen ze eerst uitgebreid de tijd om afscheid te nemen van hun

familie. Daarna gaat de stoet langzaam op weg naar de raket en gaan wij terug naar het perscentrum. Op grote tv-schermen volgen wij het instappen van de bemanning. Maar dan ongeveer twee uur voor de geplande lancering krijgen we slecht nieuws te horen, de lancering wordt afgelast. Er is een probleem met een vloeibare-zuurstofklep in de Centaur tweede trap van de Atlas raket. De klep was aan het stuiten ("buzzen") en dat houdt in dat deze mogelijk niet goed werkt tijdens de lancering. Door NASA, Boeing en ULA zijn regels opgesteld om voor een veilige lancering te zorgen als het om een bemande lancering gaat. Tory Bruno, de hoogste baas van ULA, legde het probleem heel goed uit tijdens een persconferentie later die avond: *"We don't change the field of state of the vehicle when the crew is present. A self-regulating LOX valve that regulates pressure on the Centaur upper stage was giving off a "buzz". We have seen these buzzes before and they've cycled the valve before, which can fix the issue. However, cycling the valve changes the state of the vehicle, which is why they didn't do it while the crew was onboard. Had it been a satellite, we would have simply cycled, finished the count and launched. That's not what we planned for a crew mission. And so, we stayed with the rules and procedures and scrubbed."*

Reparaties

De klep in de 2^{de} trap kon niet op het lanceerplatform gerepareerd worden, dus moest de Atlas raket terug naar de VIF. Op 11 mei was de klep vervangen en getest en in orde bevonden. Tijdens het verblijf van de raket in de VIF ontdekte het Starliner team een heliumlek in een van de kleine stuuraketjes in de Service Module. Al snel werd duidelijk dat een volgende lanceerpoging op 10 en zelfs 21 mei ook niet gehaald zou worden. Na de ontdekking van het heliumlek werd er hard gewerkt aan Starliner's voortstuwingssysteem om de mogelijke gevolgen van het heliumsysteem voor sommige terugkeerscenario's te begrijpen. De astronauten waren inmiddels teruggekeerd naar Houston. Op 23 mei werd dan eindelijk een nieuwe lanceerdatum bekend gemaakt, zaterdag 1 juni. Op 28 mei keerden Butch en Suni terug naar KSC om weer in quarantaine te gaan en de laatste voorbereidingen te

treffen voor de uiteindelijke lancering. Op 31 mei was er een NASA persmoment waarbij er uitleg gegeven werd over het heliumlek. Steven Stich vertelde het volgende: *"we saw a leak rate of about 7 pounds per square inch per minute. There's about 50 pounds of helium onboard and (if this leak was left open) it would lose about half a pound a day. So, there's plenty of margin leftover."*

NASA en Boeing namen dus de beslissing om met het heliumlek te lanceren, het uitschakelen van het helium-manifold met dit lek is niet mogelijk omdat dit van invloed is op de juiste werking van het "launch abort" systeem van de Starliner. Helaas voor Butch en Suni ging de lancering op 1 juni ook niet door. Ditmaal geen probleem met Starliner of de raket, maar met een grondcomputer. Om voor een goede lancering de zorgen moeten drie computers synchroon lopen, twee deden dat, een derde niet. Dus konden Butch en Suni wederom uit de Starliner capsule stappen om terug te keren naar hun verblijf op KSC. Na het leeg tanken van de Atlas raket begon het ULA-lanceerteam aan het vervangen van de computer en het gereed maken van de raket voor een volgende lanceerpoging.

Lancering en koppeling

Op 5 juni was het dan eindelijk zover, en voor de eerste keer in de geschiedenis vertrok er een bemande capsule vanaf lanceerplatform 41. Barry "Butch" Wilmore en Sunita "Sunni" Williams vertrokken om 16:52 uur Nederlandse tijd met hun Atlas-V raket met daarboven op de Starliner capsule naar het ISS. Ongeveer 31 minuten na de lancering kwam de Starliner in de geplande baan rond de aarde. Tijdens de ongeveer 25 uur durende trip naar het ISS voerde de bemanning verschillende tests uit met de Starliner, waaronder handmatige besturing van de capsule. Tijdens het handmatig besturen van de capsule werd Starliner in verschillende posities gemaneuvreerd, o.a. met de neus naar aarde gericht, om (via een zonnepaneel) de batterij op te laden, en ook met de neus weg van de aarde om met de star tracker sensoren de positie in de ruimte te bepalen. Ook voerden ze de snelheid op, en brachten ze deze later weer terug om het naderen van het ISS te oefenen.

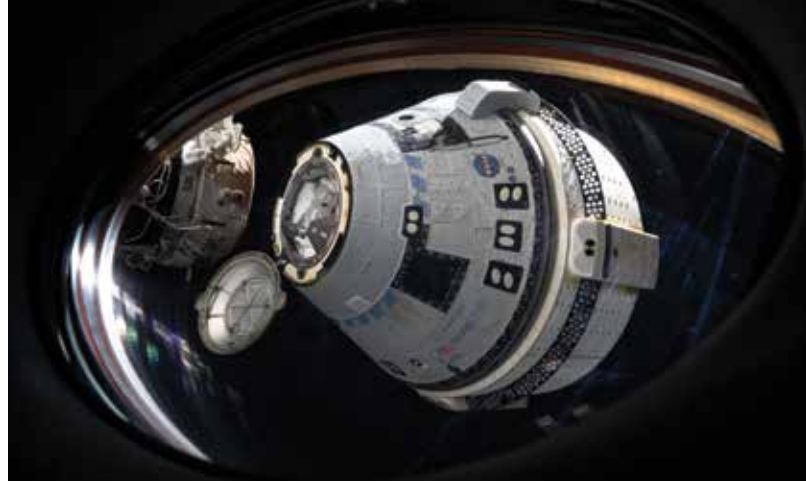
Tijdens de koppeling aan het ISS zou het toch nog bijna mis gaan: vijf kleine stuur-

raketjes weigerden dienst en Starliner moest op 260 meter wachten terwijl men op de grond de raketjes testte. Uiteindelijk lukte het om vier raketjes weer actief te krijgen en kregen Butch en Suni het goede nieuws te horen dat ze mochten gaan koppelen aan het ISS. Om 19:24 Nederlandse tijd koppelde Starliner met succes vast aan het Ruimtestation. *"It is great to be attached to the big city in the sky"* meldde Wilmore over de radio na de geslaagde koppeling. Rond kwart voor tien ging het luik open en kwamen Butch en Suni aan boord van het ISS. *"We are as happy as we can be, to be up here in space, on Starliner, on Atlas-V and then here on ISS. It just doesn't get much better"* meldde Williams na aankomst in het ruimtestation.

Langer verblijf

Al snel werd de terugkeer van Starliner uitgesteld, de vlucht die eigenlijk maar acht dagen zou duren werd om verschillende redenen verlengd. De eerste verlenging kwam al op dag vier. Als reden gaf men op dat Butch en Suni zo zouden kunnen helpen met de ruimtewandeling die voor 13 juni gepland stond (en later toch niet doorging). Op 15 juni gingen Butch en Suni aan boord van Starliner om een "Hot Fire" test uit te voeren van de stuuraketten. Deze test werd gedaan omdat een klep in het brandstofsysteem niet goed sluit. Het hele systeem moet goed werken omdat het voor de standregeling van de capsule tijdens de terugkeer in de atmosfeer zorgt. De problemen in het besturingssysteem en het (nog steeds aanwezige) heliumlek zorgden ervoor dat de landing meerdere keren moest worden uitgesteld. Begin juli werd er zelfs een stuuraketten-systeem test in New Mexico gedaan om een nog beter idee te krijgen wat er nu precies niet goed werkt bij Starliner. Het zorgde in ieder geval voor de nodige kopzorgen bij de NASA managers; Mark Nappi zei tijdens een persconferentie op 28 juni: *"we understand these issues for safe return... We don't understand these issues well enough to fix them permanently."*

De hele maand juli stond in het teken van stuuraketjestests, zowel op de grond als met de Starliner capsule die vastzit aan het ISS. Op 27 juli namen Butch en Suni plaats in de Starliner om 27 van de 28 stuuraketjes één voor één te testen. Telkens als er een raketje geactiveerd



Links: Boeings Starliner is gekoppeld aan het ISS. Rechtsboven: de Starliner ontkoppelt van het ISS. Rechtaonder: NASA astronauten Mike Fincke (links) en Scott Tingle nemen een kijkje in NASA's Boeing Crew Flight Test Starliner na de onbemande terugkeer in White Sands Missile. [Foto's: NASA]

werd keek men op de grond mee naar de prestaties ervan en de mate waarin het heliumniveau daalde. Aan het einde van de test kwam men tot de conclusie dat het hele systeem prima functioneerde en dat er genoeg helium aan boord was om Starliner veilig naar de aarde te laten terugkeren. Tussen alle tests door gingen Butch en Suni door met hun werk aan boord van het ISS. Er is genoeg te doen en de extra handen kwamen de Expeditie 71 bemanning goed van pas. Begin augustus kwamen de eerste berichten binnen dat er gekeken werd naar twee opties voor de terugkeer van Starliner. Optie 1, Starliner keert terug met Butch en Suni, of Optie 2, Starliner keert onbemand terug, met als gevolg dat Butch en Suni terug zullen keren met een SpaceX Dragon Capsule in februari 2025. De hele maand augustus werd nog gebruikt om alle testuitslagen door te nemen. Ondertussen was de Crew-9 lancering wel al verzet naar eind september.

Starliner landing

Op 24 augustus kwam dan toch eindelijk de beslissing die iedereen al verwachtte. Het NASA-management (met name NASA Administrator Bill Nelson) heeft

besloten om de Starliner onbemand terug te laten keren om zo veilig en zonder risico voor de bemanning het gedrag van de stuuraketjes te kunnen volgen tijdens de terugkeer naar de aarde en de landing. Waar het eigenlijk op neerkomt is dat NASA (Bill Nelson) bang is voor een derde catastrofe (na Challenger en Columbia) en Butch en Suni de terugkeer niet zullen overleven. *"Spaceflight is risky, even at its safest and most routine. A test flight, by nature, is neither safe, nor routine. The decision to keep Butch and Suni aboard the International Space Station and bring Boeing's Starliner home uncrewed is the result of our commitment to safety."*, aldus Bill Nelson tijdens een persconferentie om uitleg te geven over deze beslissing.

Deze beslissing had nogal wat gevolgen voor Crew-9. Twee astronauten (Zena Cardman en Stephanie Wilson) kregen te horen dat ze niet meer mee mochten en hun stoeltje moesten afstaan aan Butch en Suni voor de landing (de lancering van Crew-9 vond plaats op 28 september met aan boord Nick Hague en Aleksandr Gorbunov).

Om iets na middernacht op zaterdag 7 september Nederlandse tijd maakte

de Starliner zich langzaam los van de Harmony module van het ISS om aan de zes uur durende terugkeer naar aarde te beginnen. Om 5:18 uur werden de remraketten ontstoken en twee minuten later werd de Service Module afgestoten. Ongeveer 15 minuten later begon Starliner aan zijn tocht door de dampkring. De temperatuur tijdens de terugkeer kan oplopen tot 1650 graden Celsius maar het hiteschild, dat bestaat uit plastic hars, verbrand langzaam en voert daarmee de warmte af. Het schild zorgt ervoor dat de temperatuur binnen in de capsule 21 graden blijft. Op negen kilometer hoogte werd het hiteschild afgeworpen en kwam de loodsp parachute naar buiten. Op 2,5 km hoogte kwamen de drie hoofdparachutes naar buiten die de Starliner verder afremden tot een snelheid van 6,5 kilometer per uur. Vlak voor de landing kwamen de zes landing airbags vrij die zorgden voor een zachte landing om 06:01 uur op de White Sands ruimtebasis in New Mexico. De landing gebeurde zonder problemen en de stuuraketjes waar men zich zo zorgen om maakte werkten allemaal probleemloos. En nu op naar de tweede bemande Starliner missie ergens in 2025.....

Aleksandr Serebrov: Ruimtevaart voor jong en oud

Piet Smolders

Astronauten zijn net mensen. Want ook ruimtevaarders heb je in soorten. Er zijn zeer serieuze figuren bij die zelden lachen. Maar er zijn er ook met wie je als medemens gemakkelijk contact krijgt en heel soms resulteert dat in iets wat op vriendschap lijkt. Dat laatste ondervond ik met Aleksandr Serebrov, die ik voor het eerst zag toen hij zich in 1989 in Sterrendorp voorbereidde op zijn derde ruimtemissie. Hij werd aan mij voorgesteld door Aleksei Leonov die toen de leiding had over het kosmonautenteam. Leonov kende ik op dat moment al bijna twintig jaar: hij werd in 1965 de eerste ruimtewandelaar en in 1975 nam hij deel aan de Apollo-Soyuz missie, de eerste koppeling van een Amerikaans en een Russisch ruimteschip. Leonov had ik in 1970 voor het eerst ontmoet.

Aleksandr Aleksandrovich Serebrov werd op 15 februari 1944 geboren in Moskou en doorliep in de jaren zestig het *Moscow Physics Technological Institute*. Hij studeerde daar af in 1970. In 1976 ging hij als ingenieur werken bij RKK Energia en werd eind 1978 geselecteerd als kosmonaut.

Serebrov maakte vier ruimtevluchten in de jaren 1982-1994, twee naar het ruimtestation Saljoet-7 en twee naar het ruimtestation Mir. In totaal bracht hij 373 dagen door in een baan om de aarde. Hij was de eerste Russische ruimtevaarder die een "space scooter" testte, "Ikarus" genaamd. Dit apparaat was vergelijkbaar met de *Manned Maneuvering Unit* (MMU) van NASA. Anders dan bij de Amerikanen testten Serebrov en zijn collega Aleksandr Viktorenko hun ruimtescooter aan een lange veiligheidslijn. Maar net

als bij de Amerikanen werd hun space scooter, die oorspronkelijk bedacht was voor het repareren van satellieten, nooit meer gebruikt.

Aleksandr Serebrov vertrok voor het eerst naar de ruimte op 19 augustus 1982 aan boord van Sojoez T-7 in het gezelschap van commandant Leonid Popov en Svetlana Savitskaja, de tweede Russische kosmonaute. Deze vlucht, in het ruimtestation Saljoet-7, duurde maar een week en ging zonder grote problemen.

Minder fortuinlijk verliep de volgende ruimtevlucht van Serebrov die begon op 20 april 1983. Aleksandr was toen in het gezelschap van de kosmonauten Titov en Strelakov. Tijdens het afstoten van de tweedelige neuskegel rond het Sojoez ruimteschip nam die een rendez-vous antenne mee, waardoor een automatische koppeling aan de Saljoet-7 onmogelijk werd. Pogingen om op handbesturing te koppelen mislukten en na twee dagen was het onfortuinlijke trio alweer terug op aarde.

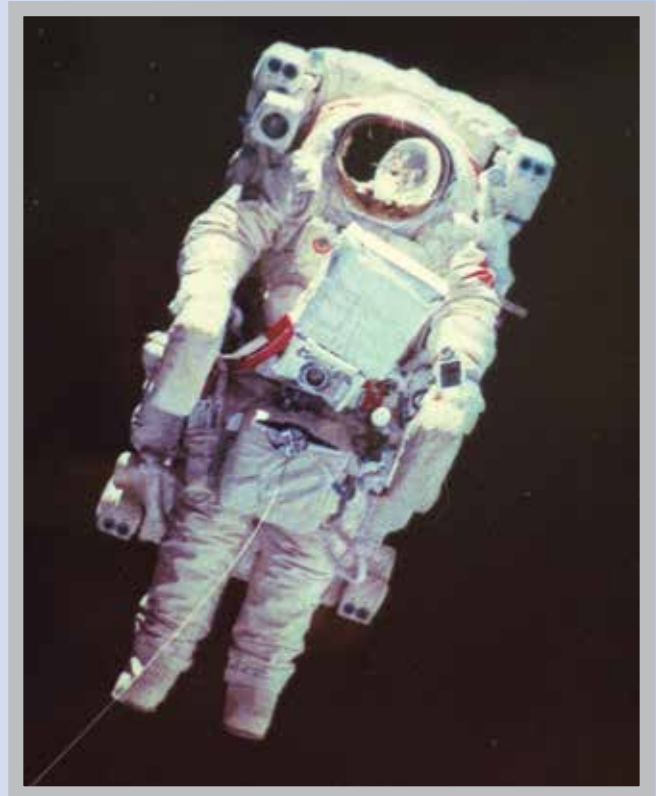
Vlucht nummer drie, naar het nieuwe ruimtestation Mir, werd een groot succes. Die missie duurde van 5 september 1989 tot 19 februari 1990. Samen met zijn commandant Aleksandr Viktorenko, deed Serebrov experimenten in het ruimtestation en maakte vijf ruimtewandelingen buiten de Mir, voor het plaatsen van sensoren en rekken voor experimenten. Tijdens de vijfde ruimtewandeling demonstreerde Serebrov als eerste mens de ruimtescooter "Ikarus". Die leek meer op een vliegende armstoel, dan op een motorfiets en was zoals gezegd in veel opzichten gelijk aan de Amerikaanse MMU die al in 1984 in een baan om de Aarde vanuit de shuttle werd getest. Een



Aleksandr Serebrov (rechts) met tweede ruimtevrouw Svetlana Savitskaja en Leonid Popov. [Sputnik]



Links: Aleksandr Serebrov en zijn commandant Aleksandr Viktorenko, bemanning van Sojoez TM-8. [Roskosmos] Rechts: Aleksandr Serebrov test voor het eerst de Russische ruimtescooter "Ikarus" [Roskosmos]



belangrijk verschil was dat voor de stuur raketjes bij de Russen perslucht werd gebruikt en bij de Amerikanen stikstofgas. Tijdens zijn laatste ruimtemissie, Sojoez TM-17, maakte Serebrov opnieuw vijf ruimtewandelingen waardoor zijn totale aantal EVA's op tien kwam. Dat feit bezorgde hem een plaats in het Guinness Book of Records: van alle ruimtevaarders had hij de meeste ruimtewandelingen gemaakt. Dat record behield hij vier jaar tot het gebroken werd door zijn landgenoot Anatoly Solovjov die liefst 16 ruimtewandelingen op zijn naam bracht. Anno 2024 is Solovjov nog steeds de top-ruimtewandelaar. In september 1989 mocht ik de lancering van Sojoez TM-8 meebeleven. Het tijdperk van de glasnost was kort tevoren aangebroken. Het was de eerste Russische lancering waarbij enkele westerse journalisten aanwezig mochten zijn. Ik was er met een team van TROS televisie. Een dag voor de start was er op Baikonour een persconferentie waarbij de kosmonauten zoals gewoonlijk achter een glazen wand zaten, om besmetting te voorkomen. Ik vroeg aan commandant Viktorenko: "Vroeger was het op deze dag waarschijnlijk aanmerkelijk

rustiger, want de pers liep hier niet in de weg. Wat denkt u daarvan?" Viktorenko lachte: "Misschien komt het contact met de mensen van de pers ons alleen maar ten goede en leren we op den duur net zo mooi te praten als de journalisten!" De vlucht van Sojoez TM-8 zou bijna een half jaar gaan duren. Dus aan Serebrov vroeg ik: "Als ik met mijn geliefde vrouw een maand lang in dezelfde kamer zou moeten zitten, dan zou dat waarschijnlijk niet al te gemakkelijk zijn. Hoe kijkt u daar tegenaan?" Serebrov: "We hebben nu al zo'n hekel aan elkaar dat het zeker niet slechter kan worden. En bovendien is hij niet mijn vrouw!" Na afloop van de persconferentie stond ik buiten nog even een sigaartje te roken toen Sacha Serebrov erbij kwam staan. Het werd nog enkele minuten heel gezellig en kennelijk was het isoleren van de ruimtevaarders nu niet meer zo belangrijk. Zoiets zou je in Amerika niet overkomen. De laatste missie van Serebrov duurde 196 dagen en liep bijna verkeerd af toen commandant Tsibliyev tijdens de ontkoppeling de controle over de Sojoez verloor die twee keer tegen het ruimtestation

botste. Beide toestellen liepen echter geen schade op en de kosmonauten landden veilig op 14 januari 1994. Een jaar later ging Serebrov als ingenieur-kosmonaut met pensioen om te gaan werken als adviseur van president Boris Yeltsin. Daar kon hij met enig succes pleiten voor ondersteuning van het Russische ruimtevaartprogramma dat toen in zwaar weer verkeerde. Tijdens onze plezierige persoonlijke ontmoetingen vertelde Aleksandr mij over zijn werk voor de jeugd met technische interesse vooral op het gebied van lucht- en ruimtevaart. Serebrov was voorzitter van de Russische *Youth Aerospace Society* (VAKO) en leidde de *Young Cosmonauts* organisatie. Tijdens zijn laatste Mir missie werd hij de eerste ruimtevaarder die les gaf aan schoolkinderen vanuit de ruimte (*uroki iz kosmosa*) en hij wijdde de laatste les aan de Amerikaanse onderwijzeres Christa McAuliffe, die omkwam tijdens de lancering van de shuttle Challenger in 1986. Tegenwoordig is er een speciaal fonds in Moskou dat zich inzet voor jeugd en ruimtevaart en dat met recht de naam van Aleksandr Serebrov draagt. Veel te vroeg verliet Serebrov ons: hij was nog maar 69 toen hij in 2013 overleed.

Deze kroniek beschrijft de belangrijkste gebeurtenissen in de ruimtevaart die hebben plaatsgevonden tussen 1 juni 2024 en 31 augustus 2024. Tevens zijn alle lanceringen vermeld waarbij een of meerdere satellieten in een baan om de Aarde of op weg naar verder in de ruimte gelegen bestemmingen zijn gebracht.

Alle in deze kroniek vermelde tijden zijn in UTC (Coordinated Universal Time).

1 juni 2024 | 02:37 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G6-64-1 t/m G6-64-23** • COSPAR: 2024-106
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

1 juni 2024

De Chang'e-6 lander voert een geslaagde landing uit op de achterzijde van de Maan. De sonde komt neer in de krater Apollo in het Zuidpool-Aitken bassin op coördinaten 153,99° West en 41,64° Zuid. Na de landing neemt de Chang'e-6 bodemonsters en wordt een kleine rover op het oppervlak geplaatst.

Dit is de tweede maal dat een sonde op de achterzijde van de Maan landt. In 2019 was de Chang'e-4 de eerste. De communicatie met de Aarde wordt verzorgd door de Queqiao-2 satelliet die zich in een sterk elliptische baan (200 x 16.000 km x 62°) om de Maan bevindt.

3 juni 2024

De stijgramp van de Chang'e-6 lander, nu met de bodemonsters aan boord, wordt gelanceerd vanaf de achterzijde van de Maan. De stijgramp komt in een baan om de Maan terecht.

5 juni 2024 | 02:16 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G8-5-1 t/m G8-5-20** • COSPAR: 2024-107
20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

5 juni 2024 | 03:15 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Mahia

- **PREFIRE-2** • COSPAR: 2024-108A



De Chang'e-6 op het oppervlak aan de achterzijde van de Maan. De foto is gemaakt door een kleine rover die kort na de landing door de sonde op het oppervlak is geplaatst. [CSNA]

Amerikaanse nanosatelliet van NASA, bedoeld voor het onderzoek naar het warmteopname en -verlies van de Aarde in de poolregio's. Hiermee kunnen klimaatmodellen verder verbeterd worden.

5 juni 2024 | 14:52 uur

Draagraket: Atlas-5 • Lanceerplaats: Canaveral

- **Calypso CFT** • COSPAR: 2024-109A

Amerikaans ruimteschip met aan boord Butch Wilmore en Suni Williams. Deze Crewed Flight Test (CFT) is de eerste bemande vlucht van een Boeing Starliner. Een dag later, met een vertraging van twee uur ten gevolge van extra testen om er zeker van te zijn dat de stuurraketjes correct werken, koppelt de Calypso aan de voorzijde van de Harmony module van het ISS.

5 juni 2024

Oleg Kononenko is de eerste ruimtevaarder die de mijlpaal van duizend dagen in de ruimte (verdeeld over meerdere vluchten) bereikt.

6 juni 2024 | 05:00 uur

Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Jiuquan

- **TEE-01B** • COSPAR: 2024-110A

Chinese commerciële aardobservatiesatelliet. In een 565 km hoge zonsynchrone baan.

- **Naxing-3A & -3B** • COSPAR: 2024-110B & -C

Twee Chinese experimentele aardobservatiesatellieten van Tsinghua University.

- **Ai Shen** • COSPAR: 2024-110D

Chinese nanosatelliet.

6 juni 2024 | 12:50 uur

Draagraket: Super Heavy/Starship • Lanceerplaats: Boca Chica • Landing eerste trap: Golf van Mexico

De Super Heavy booster maakt voor het eerst een succesvolle zachte landing in de Golf van Mexico voor de kust van Boca Chica.

- **Starship Flight Test-4** • COSPAR: Gee, suborbitaal

Prototype van Starship waarmee in de toekomst mensen naar de Maan en Mars zullen reizen. Starship wordt in de geplande suborbitale baan (-15 x 213 km x 26,8°) gebracht.

Na ongeveer 50 minuten begint Starship boven de Indische Oceaan aan de terugkeer in de atmosfeer. Hoewel er tijdens de re-entry



Bijna drie minuten na de lancering, wordt de 70 meter lange Super Heavy booster van het Starship gescheiden. [SpaceX Webcast]

schade optreedt, met name aan de stuurvlakken, slaagt het toestel erin de terugkeer door de atmosfeer te doorstaan en maakt met haar motoren een semi-zachte waterlanding met de zogenaamde belly-flop manoeuvre.

8 juni 2024 | 01:56 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-1-1 t/m G10-1-22** • COSPAR: 2024-111
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

8 juni 2024 | 12:58 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G8-8-1 t/m G8-8-20** • COSPAR: 2024-112
20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

8 juni 2024

Virgin Galactic voert haar zevende commerciële suborbitale vlucht uit. Aan boord van de VSS Unity zijn naast de twee piloten vier betalende passagiers en enkele experimenten. Het toestel bereikt een maximale hoogte van 87,5 km en maakt een geslaagde zweeflanding. Dit is de laatste geplande vlucht van de VSS Unity. Over twee jaar wil Virgin Galactic weer commerciële vluchten aanbieden met haar nieuwe Delta-klasse van suborbitale ruimtevluchtigen.

9 juni 2024

NASA en Boeing stellen de terugkeer van Starliner uit van 14 juni naar niet eerder dan 18 juni. Dit om de problemen met de stuurrakettjes tijdens de koppeling beter te kunnen bestuderen. Wilmore en Williams helpen de ISS bemanning met onderhoud en experimenten. Later wordt de terugkeer van Starliner nog eens diverse malen uitgesteld. Er verblijven nu gedurende langere tijd negen personen in het ruimtestation.

19 juni 2024 | 03:40 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G9-1-1 t/m G9-1-20** • COSPAR: 2024-113
20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.



De collega's van Oleg Kononenko vormen het getal 1000 voor het aantal dagen in de ruimte dat hij (voorgond links) cumulatief heeft bereikt. [Roscosmos]

20 juni 2024

De Chang'e-6 verlaat haar baan om de Maan en gaat op weg naar de Aarde.

20 juni 2024 | 18:13 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Mahia

- **Kineis-1 t/m -5** • COSPAR: 2024-114A t/m -E
Vijf Franse commerciële communicatiesatellieten voor IoT-toepassingen.

20 juni 2024 | 21:35 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Astra-1P** • COSPAR: 2024-115A
Luxemburgse commerciële geostationaire communicatiesatelliet.

22 juni 2024 | 07:00 uur

Draagraket: Chang Zheng-2C • Lanceerplaats: Xichang

- **SVOM** • COSPAR: 2024-116A
Chinees-Franse astronomische satelliet. In een 626 x 632 km x 53,2° baan. De 950 km zware satelliet beschikt over een röntgentelescoop voor het opsporen van gammaflitsen.

23 juni 2024 | 17:15 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-2-1 t/m G10-2-22** • COSPAR: 2024-117
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

24 juni 2024 | 03:47 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G9-2-1 t/m G9-2-20** • COSPAR: 2024-118
20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

24 juni 2024

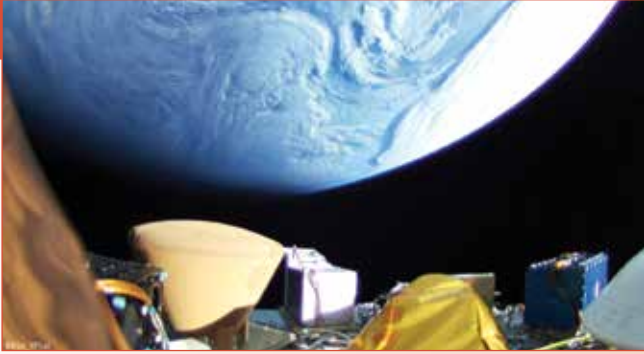
Ruimtetwelaars Dyson en Barratt bevinden zich al in de luchtsluis van het ISS als er een waterlek optreedt in het koelsysteem van het pak van Dyson. De geplande ruimtetweling wordt afgeblazen.



Starliner piloten Sunita Williams en Butch Wilmore (in de blauwe overalls) worden verwelkomd door de zevenkoppige Expeditie-71 bemanning van het ISS. [NASA]



Linksonder: de derde, en de eerste operationele vlucht, van de Japanse H3 raket vertrekt met de aardobservatiesatelliet Diachi-4 richting een baan om de Aarde. [JAXA] Rechtsboven: op 9 juli 2024 begon met de succesvolle lancering van de eerste Ariane-6 raket een nieuw tijdperk in de Europese ruimtevaart. [ESA/S. Corvaja]



Een camera op de door studenten gebouwde YPSat legt de medepassagiers van de eerste Ariane-6 vlucht vast met op de achtergrond de Zuidpoolregio van de Aarde. [ESA]

25 juni 2024

De capsule van de Chang'e-6, met aan boord de eerste bodemonsonders van de achterzijde van de Maan, landt behouden in de steppen van Binnen-Mongolië.

25 juni 2024 | 21:26 uur

Draagraket: Falcon Heavy • Lanceerplaats: Kennedy Space Center • Landing side boosters: Canaveral, de centrale trap wordt volgens plan niet geborgen

- **GOES-U** • COSPAR: 2024-119A

Amerikaanse geostationaire meteorologische satelliet.

26 juni 2024

De in 2013 gelanceerde en inmiddels niet meer operationele Russische satelliet Resurs-P1 explodeert en genereert meer dan 250 brokstukken in een lage baan om de Aarde. Als gevolg hiervan zoekt de bemanning van het ISS enkele uren onderdak in hun transportcapsules tot het grootste gevaar voorbij is.

27 juni 2024 | 11:14 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-3-1 t/m G10-3-23** • COSPAR: 2024-120
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

29 juni 2024 | 03:14 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **USA-375 t/m -395** • COSPAR: 2024-121

21 Amerikaanse militaire communicatiesatellieten, onderdeel van het Starshield-netwerk.

29 juni 2024 | 11:57 uur

Draagraket: Chang Zheng-7A • Lanceerplaats: Wenchang

- **Zhongxing-3A** • COSPAR: 2024-122A

Chinese militaire geostationaire communicatiesatelliet.

1 juli 2024 | 03:06 uur

Draagraket: H3 • Lanceerplaats: Tanegashima

- **Daichi-4** • COSPAR: 2024-123A

Japane aardobservatiesatelliet met een L-bandradar. In een zonsynchrone baan (609x612 km x 97,9°). De drie ton zware satelliet staat ook bekend onder de naam ALOS-4 (Advanced Land Observation Satellite).

3 juli 2024 | 08:55 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G8-9-1 t/m G8-9-20** • COSPAR: 2024-124

20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

3 juli 2024

De Chinese ruimtevaarders Ye en Li maken een 6,5 uur durende ruimtewandeling om micro-meteoroiïdepanelen op de Tiangong te monteren.

4 juli 2024 | 04:04 uur

Draagraket: Alpha • Lanceerplaats: Vandenberg

- **SOC-i, TechEdSat-11, Serenity, R5-S4, R5-S2-2.0, CATSAT, Kubesat-1 & MESAT-1** • COSPAR: 2024-125

8 Amerikaanse nanosatellieten. In een zonsynchrone baan (450x523x97,3°).

4 juli 2024 | 22:49 uur

Draagraket: Chang Zheng-6A • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Tianhui 2-01 & 2-02** • COSPAR: 2024-126A & -B

Twee Chinese militaire spionagesatellieten, waarschijnlijk met een radarinstrument. In een 607x610 km x 97,8° zonsynchrone baan.

8 juli 2024 | 23:30 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Turksat-6A** • COSPAR: 2024-127A

Turkse commerciële geostationaire communicatiesatelliet. De kunstmaan, met een massa van 4250 kg, is de eerste communicatiesatelliet die in Turkije is gebouwd en getest. De hoofdaannemer is Turkish Aerospace Industries (TAI).

9 juli 2024 | 19:00 uur

Draagraket: Ariane-62 • Lanceerplaats: Kourou

Eerste testvlucht van de Ariane-6 raket. Voor deze missie vliegt de raket in de variant met twee zijboosters. De Vinci motor van de tweede trap, met daarop een massadummy om een grote operationele satelliet te simuleren, wordt tweemaal ontstoken en plaatst vervolgens de volgende satellieten in de geplande baan om de Aarde:

- **OOVCube, Curium, Robusta-3A, 3CAT-4, GRBBeta, ISTRSat-1 & Replicator** • COSPAR: 2024-128

Zeven nanosatellieten. In een 580x580 km x 60° baan.

Hierna begint de tech demo fase van de Ariane-6 testvlucht. De nieuw ontwikkelde Auxillary Propulsion System (APU) start opnieuw, maar wordt na enkele seconden uitgeschakeld als niet aan alle gewenste condities wordt voldaan. Daarna passivert de tweede trap zichzelf automatisch om het risico op fragmentatie te voorkomen en daarmee de kans op extra ruimteafval te vermijden. De trap blijft daardoor wel, ongepland, voor langere tijd in de ruimte. Twee experimentele terugkeercapsules blijven om dezelfde reden aan de rakettrap verbonden.



Airbus in Leiden heeft de motorframes van de eerste en tweede trap ontwikkeld en gebouwd. De ontstekers van de Vulcain-2.1 motor in de eerste trap en van de herstartbare Vinci motor in de tweede trap zijn afkomstig van Aerospace Propulsion Products in Klundert.



Links: meer dan twaalf jaar op Mars heeft zijn tol geëist van de wielen van de Mars Curiosity rover. Desondanks blijft de rover mobiel. [NASA/JPL]
 Rechts: De in 2021 gelande Perseverance rover nadert nu de kraterrand van Jezero Crater met een spectaculair uitzicht tot gevolg. [NASA/JPL]

10 juli 2024 | 23:41 uur

Draagraket: Hyperbola-1 • Lanceerplaats: Jiuquan
 De lancering mislukt als de vierde trap faalt. Tot nu toe zijn vier van de zeven Hyperbola-1 lanceringen niet geslaagd.
 • **Yunyao 1-15 t/m 1-17** • COSPAR: Geen, mislukt
 Drie Chinese meteorologische satellieten.

12 juli 2024 | 02:35 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan
 De lancering mislukt als de motor van de tweede trap van de Falcon-9 ongeveer een uur na de lancering bij de herstart explodeert. De oorzaak lijkt te liggen in een lek in een leiding of tank met vloeibare zuurstof. Hierdoor stranden de satellieten in een lage elliptische overgangsbahn van 138x250 km x 53,2°.
 • **Starlink G9-3-1 t/m G9-3-20** • COSPAR: 2024-129
 20 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten. De satellieten vallen binnen enkele dagen terug in de atmosfeer uit hun te lage baan.

12 juli 2024

Het vrachtschip Cygnus CRS-20 wordt losgemaakt van de nadir poort van de Unity module van het ISS. Een dag later keert de Cygnus terug in de atmosfeer en verbrandt.

19 juli 2024 | 03:03 uur

Draagraket: Chang Zheng-4B • Lanceerplaats: Taiyuan
 • **Gao Fen 11-05** • COSPAR: 2024-130A
 Chinese civiele aardobservatiesatelliet. In een 244x697 km x 97,5° zonsynchrone baan.

27 juli 2024 | 05:45 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy Space Center • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan
 • **Starlink G10-9-1 t/m G10-9-23** • COSPAR: 2024-131
 23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

28 juli 2024 | 05:09 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan
 • **Starlink G10-4-1 t/m G10-4-23** • COSPAR: 2024-132
 23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

28 juli 2024 | 09:22 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan
 • **Starlink G9-4-1 t/m G9-4-21** • COSPAR: 2024-133
 21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

30 juli 2024 | 10:45 uur

Draagraket: Atlas-5 • Lanceerplaats: Canaveral
 • **USA-396 t/m -398** • COSPAR: 2024-134A t/m -C
 Drie Amerikaanse militaire geostationaire satellieten.

1 augustus 2024 | 13:14 uur

Draagraket: Chang Zheng-3B • Lanceerplaats: Xichang
 • **HWGGW-2** • COSPAR: 2024-135A
 Chinese geostationaire communicatiesatelliet.

2 augustus 2024 | 05:01 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy • Landing eerste



trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-6-1 t/m G10-6-23** • COSPAR: 2024-136
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

2 augustus 2024 | 16:39 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Mahia

- **Strix-4** • COSPAR: 2024-137A
Japanse commerciële aardobservatiesatelliet (100 kg), gebouwd en geëxploiteerd door Synspec. In een $543 \times 550 \text{ km} \times 43^\circ$ baan.

4 augustus 2024 | 07:42 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G11-1-1 t/m G11-1-23** • COSPAR: 2024-138
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

4 augustus 2024 | 15:02 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Canaveral

- **Cygnus CRS-21** • COSPAR: 2024-139A
Amerikaanse vrachtschip met voorraden voor het ISS. Twee dagen later arriveert het toestel bij het ruimtestation, wordt door de robotarm uit haar baan geplukt en aan de nadir-poort van de Unity module gekoppeld.

6 augustus 2024 | 06:42 uur

Draagraket: Chang Zheng-6A • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Qianfan Jigui-1 t/m -18** • COSPAR: 2024-140
18 Chinese commerciële communicatiesatellieten. Elke satelliet

heeft een massa van rond de 300 km. Deze "Thousand Sails" constellatie lijkt de Chinese tegenhanger te zijn van het Starlink systeem en moet uiteindelijk 14.000 satellieten omvatten. Bij deze lancering komen er echter ook zo'n 50 brokstukken in de ruimte, waarschijnlijk afkomstig van de bovenste trap van de Chang Zheng-6A raket.

6 augustus 2024

NASA maakt bekend dat de lancering van de Crew Dragon-9 missie is uitgesteld van 18 augustus naar op zijn vroegst 24 september. Reden hiervoor is dat er geen geschikte koppelpoort beschikbaar is op het ISS zolang zowel de Boeing Starliner als de Crew Dragon-8 aangekoppeld zijn. Men heeft langer de tijd nodig om de problemen met de stuurraketjes van de Starliner te onderzoeken. Tevens wordt er begonnen de specifieke software te uploaden om Starliner eventueel onbemand naar de Aarde te laten terugkeren.

10 augustus 2024 | 12:50 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G8-3-1 t/m G8-3-21** • COSPAR: 2024-141
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

11 augustus 2024 | 13:18 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Mahia

- **Capella-13** • COSPAR: 2024-142A
Amerikaanse commerciële aardobservatiesatelliet met een X-band radarsysteem. In een $607 \times 620 \text{ km} \times 53^\circ$ baan.

12 augustus 2024 | 02:02 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **ASBM-1 & -2** • COSPAR: 2024-143A & -B
Twee Noorse commerciële communicatiesatellieten, gebouwd door Inmarsat. Deze Artic Satellite Broadband Mission (ASBM) satellieten worden in een Molnya-type baan ($8089 \times 43.509 \text{ km} \times 63,4^\circ$) gebracht, zodat zij de polaire gebieden kunnen bedienen.

12 augustus 2024 | 10:37 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-7-1 t/m G10-7-23** • COSPAR: 2024-144
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

13 augustus 2024

Het vrachtschip Progress MS-26 maakt zich los van de achterste koppelpoort van de Zvezda woonmodule van het ISS. Enkele uren later keert het toestel terug in de dampkring en verbrandt.

15 augustus 2024 | 03:20 uur

Draagraket: Soyuz-2.1a • Lanceerplaats: Baykonur

- **Progress MS-28** • COSPAR: 2024-145A
Russisch vrachtschip met voorraden voor het ISS. Twee dagen later koppelt de Progress aan de achterzijde van de Zvezda module.



Aurora boven de zuidelijke Indische Oceaan. Van onder naar boven zijn de Soyuz MS-25, de koppelmodule Prichal, het laboratorium Nauka en een deel van de in Nederland gebouwde robotarm ERA zichtbaar. [NASA]

15 augustus 2024 | 13:00 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Canaveral

- **Worldview Legion-3 & -4** • COSPAR: 2024-146A & -B
Twee Amerikaanse commerciële aardobservatiesatellieten van de Maxar dochteronderneming DigitalGlobe. In respectievelijk een 446 x 455 km x 45,0° en 699 x 705 x 45,5° baan.

16 augustus 2024 | 03:47 uur

Draagraket: SSLV • Lanceerplaats: Satish Dhawan

- **EOS-8** • COSPAR: 2024-147A
Indiase civiele aardobservatiesatelliet (175 km). In een 444 x 524 x 37,4° baan.
- **SRO_DemoSat** • COSPAR: 2024-147B
Indiase nanosatelliet van Space Richshaw.

16 augustus 2024 | 07:35 uur

Draagraket: Chang Zheng-4B • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan 43-01-01 t/m -09** • COSPAR: 2024-147A t/m -I
Negen Chinese militaire communicatiesatellieten. In een 500 x 500 km x 35° baan.

16 augustus 2024 | 18:56 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Vandenberg

- **Transporter-11** • COSPAR: 2024-148
Rideshare missie. De volgende satellieten worden in de ruimte gebracht: **Gaindesat**, **ORESATo5**, **UM5Sat-Ribat**, **UM5Sat-EOSat**, **Rock**, **Lopen**, **Satoro-T2**, **Waratah Seed**, **CUAVA**, **PhiSat-2**, **Ernst**, **PTD-4**, **PTD-R**, **Iperdrone.o**, **TROOP-F2**, **Flock 4be-1 t/m 36**, **Newsat 48 t/m 50**, **Tyche**, **Hypso-2**, **EagleEye**, **Deimos**, **Hyperfield-1**, **YAM-7/VanZyl**, **LUR-1**, **WREN**, **TORO**, **Lemu Nge**, **ICEYE X30**, **-39**, **-40** & **-43**, **Capella-15**, **Umbra-09**

& **-10**, **QPS-SAR-8**, **Tanager-1**, **Lemur-2 Stella**, **Lemur-2 Marshiyam**, **AWS**, **Tomorrow-S1 & -S2**, **GNOMES-5**, **Connecta-T4.1 t/m -T4.4**, **Sateliot-1 t/m -4**, **Pico 1B1-1 t/m 1B1-9**, **Kanyini**, **Lemur-2/Hubble-3**, **CAKRA-1**, **Nightjar**, **QUBE**, **BRO-14 & -15**, **Hawk-10A**, **-10B** & **-10C**, **ION SCV-012** & **GNA-3**.

19 augustus 2024

De in april 2023 gelanceerde JUICE voert als eerste een dubbele zwaartekrachtsslinger uit. Om 21:15 uur passeert de sonde onze Maan op een afstand van 750 km. Een dag later, 20 augustus om 21:56 uur bereikt JUICE op 6840 km haar kortste afstand tot de Aarde. Hiermee ligt JUICE op koers voor een passage langs Venus in augustus 2025. Na nog tweemaal langs de Aarde te zijn gevlogen zal JUICE in juli 2031 in een baan om de planeet Jupiter gebracht worden.

20 augustus 2024 | 13:20 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan

- **Starlink G10-5-1 t/m G10-5-22** • COSPAR: 2024-150
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

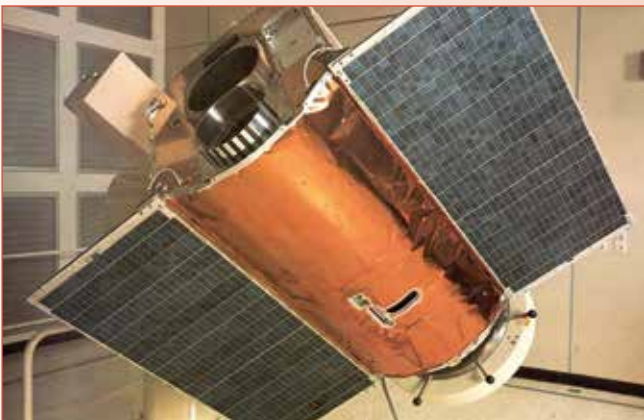
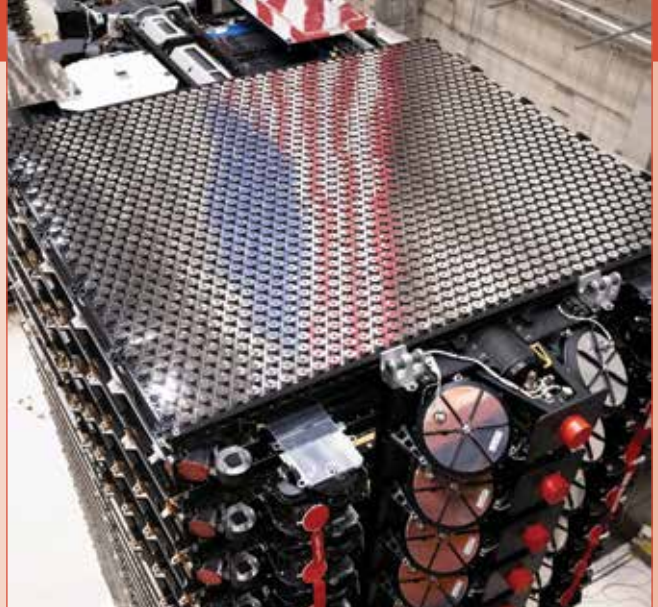
22 augustus 2024 | 12:25 uur

Draagraket: Chang Zheng-7A • Lanceerplaats: Wenchang

- **ZX-4A** • COSPAR: 2024-151A
Chinese militaire communicatiesatelliet.

24 augustus 2024

NASA maakt bekend dat zij besloten hebben dat Butch Wilmore en Suni Williams niet met de Starliner naar de Aarde zullen terugkeren. In plaats daarvan zullen zij in februari 2025 met de Crew-9 bemanning met een SpaceX Dragon naar huis reizen. De Boeing Starliner zal begin september onbemand landen. De Dragon met Crew-9 zal



Linksboven: een camera op JUICE legt een deel van de sonde samen met de Maan vast tijdens de passage op 19 augustus. [ESA] Rechtsboven: een stapel Starlink satellieten tijdens de integratie met de raket. Het rechthoekige zilverkleurige vlak bevat kleine antennes voor directe verbindingen met mobiele apparaten en telefoons. [SpaceX] Linsonder: in 1974 werd de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS) de eerste Nederlandse kunstmaan. [Fokker Ruimtevaart/Philips/NLR] Rechtsonder: op 19 augustus tijdens een motortest op het lanceerplatform in Schotland, explodeert de eerste raket van Rocket Factory Augsburg. [RFA]

dan kort daarna naar het ISS gelanceerd worden, maar met twee in plaats van de gebruikelijke vier ruimtevaarders.

28 augustus 2024 | 06:54 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan. Bij de landing valt de booster echter om en explodeert. Dit was de 23^{ste} keer dat deze specifieke booster gelanceerd werd, en dat was een record voor de Falcon-9.

- Starlink G8-6-1 t/m G8-6-21 • COSPAR: 2024-152
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

29 augustus 2024 | 05:22 uur


Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Ponton in de Gele Zee
• Yunyao 1-15 t/m 1-17, Jitianxing A-03, Suxing 1-01 & Tianfu Gaofen-2 • COSPAR: 2024-153
Zes Chinese commerciële aardobservatiesatellieten. In een zonsynchrone 528x549x97,6° baan.

29 augustus 2024

De New Shepard van Blue Origin voert een suborbitale vlucht uit

met zes passagiers. De capsule bereikt een hoogte van 105,3 km alvorens zij na een vlucht van 10 minuten weer landt.

30 augustus 2024

 Het is vandaag precies 50 jaar geleden dat de eerste Nederlandse satelliet werd gelanceerd. De ANS (Astronomische Nederlandse Satelliet) had ultraviolet- en röntgentelescopen aan boord. Het Nationaal Ruimtevaart Museum (NRM) en de NVR wijden in het Aviodrome in Lelystad een symposium aan deze mijlpaal.

31 augustus 2024 | 07:43 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: Ponton in de Atlantische Oceaan.

- Starlink G8-10-1 t/m G8-10-21 • COSPAR: 2024-154
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

31 augustus 2024 | 08:48 uur

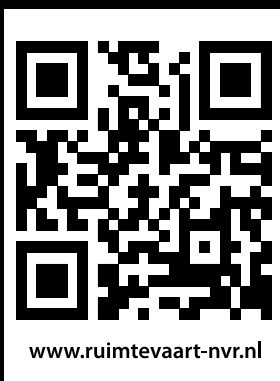
Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Vandenberg • Landing eerste trap: Ponton in de Grote Oceaan.

- Starlink G9-5-1 t/m G9-5-21 • COSPAR: 2024-155
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

De Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart (NVR) werd in 1951 opgericht met als doel belangstellenden te informeren over ruimteonderzoek en ruimtetechniek en hen met elkaar in contact te brengen. Nog altijd geldt:

De NVR stelt zich tot doel de kennis van en de belangstelling voor de ruimtevaart te bevorderen in de ruimste zin.

De NVR richt zich zowel op professioneel bij de ruimtevaart betrokkenen, studenten bij ruimtevaart-gerelateerde studierichtingen als ook op andere belangstellenden, en biedt haar leden en stakeholders een platform voor informatie, communicatie en activiteiten. De NVR representeert haar leden en streeft na een gerespecteerde partij te zijn in discussies over ruimtevaart met betrekking tot beleid, onderzoek, onderwijs en industrie, zowel in Nederlands kader als in internationaal verband. De NVR is daarom aangesloten bij de International Astronautical Federation. Ook gaat de NVR strategische allianties aan met zusterverenigingen en andere belanghebbenden. Leden van de NVR ontvangen regelmatig een Nieuwsbrief en mailings waarin georganiseerde activiteiten worden aangekondigd zoals lezingen en symposia. Alle leden ontvangen ook het blad "Ruimtevaart". Hierin wordt hoofdzakelijk achtergrondinformatie gegeven over lopende en toekomstige ruimtevaartprojecten en over ontwikkelingen in ruimteonderzoek en ruimtetechnologie. Zo veel mogelijk wordt aandacht geschonken aan de Nederlandse inbreng daarbij. Het merendeel van de auteurs in "Ruimtevaart" is betrokken bij Nederlandse ruimtevaartactiviteiten als wetenschapper, technicus of gebruiker. Het lidmaatschap kost voor individuele leden € 40,00 per jaar. Voor individueel lidmaatschap en bedrijfslidmaatschap: zie website.



www.ruimtevaart-nvr.nl

