

€ 7,00

NEDERLANDSE VERENIGING VOOR RUIMTEVAART

2023|4

RUIMTEVAART

Estrange

JUICE

Borman

ISU



Bij de voorplaat

De bemanning van de private Axiom Mission 3 naar het ISS. V.l.n.r.: Michael López-Alegría, chief astronaut van Axiom Space; Walter Villadei, missie-piloot en kolonel van de Italiaanse luchtmacht; Mission Specialist Alper Gezeravci uit Turkije, en ESA Project Astronaut Marcus Wandt. [Axiom Space]



Foto van het kwartaal

Bij de tweede testvlucht in november kwam de Starship van SpaceX bijna in een baan om de aarde. De Super Heavy eerste trap werkte tot de loskoppeling naar behoren. [SpaceX]

Van de hoofdredacteur:

Bij het ter perse gaan van dit laatste nummer van 2023 werd bekend dat NVR-erlid Daan de Hoop onverwachts overleden is, daarom hebben we op het laatste moment nog een aan Daan gewijd artikel weten toe te voegen. We zijn van plan in het komende nummer meer aandacht aan zijn leven en zijn bijdragen aan de Nederlandse ruimtevaart en de NVR te geven.

In dit nummer ook een In Memoriam voor Frank Borman, de commandant van Apollo 8, het ruimteschip dat het eerste bemande rondje rond de maan maakte, en een interview met ESA's 'parastronaut' John McFall. Om in de bemande ruimtevaart te blijven, op 21 juli 2021 werd de *European Robotic Arm* (ERA) gelanceerd naar het Internationale Ruimtestation ISS. Aan ERA, een van de grootste Nederlandse ruimtevaartprojecten ooit, is altijd veel aandacht gegeven in Ruimtevaart. Een artikel in 2022 eindigde met een cliffhanger, omdat de digitale communicatie met ERA onvoldoende functioneerde, daarom zijn we zeer verheugd dat dat verhaal in dit nummer een positief vervolg krijgt.

Verder een artikel van oud-redactielid Alessandro Atzei over de lange weg naar de lancering van de JUICE-missie die uiteindelijk op 14 april 2023 succesvol vertrok naar Jupiter. De Zweedse lanceerbasis *Esrange Space Center* komt aan bod in een artikel met historische anekdotes. Voor dit artikel hebben we dankbaar gebruik gemaakt van redactielid Lars Pepermans in zijn nieuwe rol van correspondent in Zweden. Traditiegetrouw hebben twee Nederlandse deelnemers aan het ISU-zomerprogramma een verslag geschreven en hebben we ook een verslag van een evenement, met de NVR als partner, in het Amsterdamse Concertgebouw. 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
K. Regnery
D. Stefoudi LLM
E. Tamarin

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

E. Tamarin (voorzitter)
Dr. R.P.N. Bronckers
D. Jeyakodi LLM

Sociale media-commissie

A. Th. Sokolowski Dipl.rer.com. (voorzitter)
M. van Alphen
M. Marcik
F. Overtoom
S.V. Pieterse LLM
D. Stefoudi LLM

Evenementencommissie

K. Regnery (voorzitter)
Ir. P.A.W. Batenburg
Drs. B. ten Berge
Ir. B.N. Kiyani

Kascommissie

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

Young Professionals

W. Mensink (voorzitter)
A. Barug
Drs. P. B. den Boer
Ir. S. Mast
A. Stommels
E. Tamarin

Ereleden

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 © 2023 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

Groot voorvechter van Nederlandse ruimtevaart

In memoriam Daan de Hoop.

4



Goodmesh Concours in het Concertgebouw

Viering van multidisciplinaire kunst.

5



Ten questions for ESA parastronaut John McFall

ESA's 'parastronaut' John McFall gave an update on his project.

8



Esrang Space Center: Historical anecdotes from the far North

68°N, 21°E: Esrang Space Center.

11



ERA ruimterobotica operaties geslaagd

Een interview met ESA projectmanager (Human & Robotic Exploration) Philippe Schoonejans.

16



Rond de maan

In memoriam van de commandant van de eerste bemande missie rond de maan.

24



JUICE, the long road to a successful launch

The lengthy process of developing a complex interplanetary mission.

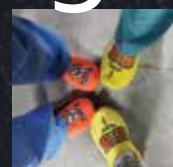
26



The overview effect

International Space University Space Studies Programme.

32



Ingenieur in de ruimte

De vaste column van Piet Smolders.

36



Ruimtevaartkroniek

Alle lanceringen en belangrijke ruimtevaartgebeurtenissen tussen 1 september 2023 en 30 november 2023.

40



Groot voorvechter van Nederlandse ruimtevaart

In memoriam Daan de Hoop, NVR-erelid sinds 2005
(Metslawier, 1 augustus 1945 – Delft, 6 januari 2024)

Ton Maree

Op zaterdag 6 januari 2024 is Daan de Hoop overleden, hij is 78 jaar geworden. Hiermee verliezen we een groot voorvechter voor de Nederlandse ruimtevaart. Daan zal nog steeds bekend zijn bij veel mensen die werkzaam in de ruimtevaart zijn, zowel binnen Nederland als in Europa en daarbuiten. Met een groot hart voor de Nederlandse ruimtevaartsector, zijn brede netwerk en altijd met een kwinkslag, kreeg Daan veel voor elkaar. Daan de Hoop werd geboren op 1 augustus 1945 in het Friese dorpje Metslawier. Hij studeerde elektrotechniek aan de TU-Delft (toen Technische Hogeschool Delft) en studeerde eind 1972 af bij de vakgroep Communicatiesystemen. Op 1 maart 1973 trad hij in dienst bij het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR, in 2009 overgegaan in het Netherlands Space Office, NSO), waar hij tot aan zijn pensioen op 1 maart 2007 zich heeft ingezet voor de ruimtevaart, en de Nederlandse Ruimtevaart in het bijzonder. In de beginjaren is hij vanuit het NIVR twee keer gedetacheerd geweest om bij te dragen aan de nationale projecten ANS en IRAS. In de jaren 1973-74 was hij gedetacheerd bij het Philips Research Lab in Geldrop, waar hij diverse functies vervulde met betrekking tot het testen van de eerste Nederlandse satelliet ANS en samenwerkte met Fokker Schiphol, ESA-ESTEC in Noordwijk en NASA. In de jaren 1977-78 was hij gedetacheerd bij Fokker, waar hij verantwoordelijk was voor het opstellen van de systeemspecifi-

caties van de satelliet IRAS. Daarna heeft Daan verschillende functies bij het NIVR bekleed. Een groot deel van zijn tijd (1980 – 2000) heeft Daan het NIVR Ruimte Technologie (NRT) programma geleid, wat hem eind jaren '80 de bijnaam 'Mister NRT' opleverde. Daarnaast is Daan Nederlands gedelegeerde geweest in onder andere de Program Board (PB) Ariane en in het Industrial Policy Committee (IPC), PB Columbus en PB Microgravity. Na zijn pensionering bleef Daan nog enige tijd actief in de ruimtevaart als adviseur aan het NIVR, NLR, SSBV en ESTEC (2007-2013). Tevens bleef hij betrokken bij het maken van promotiemateriaal.

Naast zijn werk bij het NIVR, was Daan ook 30 jaar lang (1975 – 2005) bestuurslid van de Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart (NVR). De laatste 12 jaar daarvan vervulde Daan de rol van voorzitter. Ook was hij lange tijd redacteur van het blad Ruimtevaart. Daan was ook tussen 1984 en 2005 redactielid en was een vruchtbaar schrijver. Met zijn artikelen promoveerde hij de Nederlandse ruimtevaart, de bedrijven die daarin actief waren en de programma's die werden uitgevoerd. Zijn voorliefde ging uit naar overzichtartikelen waarin alle bovengenoemde aspecten aan bod kwamen.

Op de voorjaarsbijeenkomst van het NSO op 18 februari 2018 werd bekend gemaakt dat de planetoïde die het nummer 55720 droeg, voortaan als Daandehoop door de ruimte zou suizen. Deze vernoeming werd gedaan ter waardering van Daans bijdrage aan de ruimtevaart

en het bekend maken van ruimtevaart bij het brede publiek. De vernoeming geschiedde door de Amerikaanse astronoom van Nederlandse afkomst Tom Gehrels, op voordracht van de Haarlemse wetenschapsjournalist Carl Koppeschaar.

Erelidmaatschap NVR

In 2005, het jaar waarin Daan de Hoop na dertig jaar uit het bestuur van de NVR trad, maakte de NVR hem erelid van de vereniging, vanwege zijn zeer bijzondere verdiensten voor de ruimtevaart in het algemeen. Daan de Hoop was altijd van de partij om zich met zijn visie voor de Nederlandse ruimtevaartsector in te zetten, ook in moeilijke tijden. Een gevleugelde uitspraak in de sector was toen "We geven de Hoop niet op"

In de volgende Ruimtevaart zullen we verder aandacht geven aan de persoon Daan de Hoop.





Goodmesh Concours in het Concertgebouw

Een Avond van Grenzeloze Kunst onder de Volle Maan

Tekst en foto's: Toby Sap

Op een betoverende avond in het Concertgebouw in Amsterdam kwamen kunst en muziek samen onder het thema "Volle Maan". Het Goodmesh Concours, een viering van multidisciplinaire kunst, trok deelnemers van over de hele wereld. Een vijftigtal conceptvoorstellen werden beoordeeld, hieruit werden 14 semi-finalisten gekozen die hun finale video's indienden. Uiteindelijk traden vijf uitmuntende groepen op voor een volle zaal van 420 mensen. De NVR was een partner van dit evenement en gaf ook een speciale NVR prijs aan één van de optredens.





De voorstellingen

De optredens waren zeer kunstzinnig en soms wat abstract. Hieronder is een korte impressie gegeven van elke act.

Delle Cose – “Incanto”

Deze groep creëerde een boeiend ritueel van licht, geluid en beweging. Ze onderzochten ongemakkelijke collectieve ervaringen met de maan als symbool voor het leven en de maatschappij in Zuid-Italië, en doorbraken de grenzen tussen publiek en performer.

Smackgirls – “Rite of Rumi”

Lisa Schreiber en Kanoko Takeuchi, bekend als de Smackgirls, brachten een voorstelling die de cyclische natuur van de maan onderzocht, weerspiegeld in de veranderende emoties en sensualiteit van het mens-zijn. Hun optreden was een viering van kwetsbaarheid en transformatie, gekenmerkt door hun sterke onderlinge verbondenheid en wederzijdse bewondering, wat resulteerde

in een krachtige en transformerende ervaring voor het publiek.

Inge Louisa – “The Fairy Ring”

Inge Louisa integreerde harpmuziek, poëzie en animatie om de symboliek van de maan en haar invloed op transformatie te onderzoeken. Haar voorstelling, die een sprookje vertelde, bood een unieke zintuiglijke ervaring en benadrukte de cyclische aard van de maan.

Olloman Ensemble – “An Endless Hour”

Alex Olloman en Guillermo Martín-Viana van het Olloman Ensemble fuseerden muziek en beeld in hun verkenning van de cycli van de tijd. Hun optreden, met live generatieve videoprojecties, creëerde een abstract verhaal over tijd.

Elizabeth Beate Rudniska – “Lunatic”

Deze voorstelling is een fascinerende combinatie van orgelmuziek en mee-

slepnde visuals. Dit werk verkent de diepten van de menselijke psyche, waar de grens tussen realiteit en waanzin verwaagt. De waanzin in dit stuk wordt op unieke wijze getriggerd door de bloedrode maan, die als een krachtig symbool fungeert en de toeschouwer meeneemt op een intrigerende reis door de menselijke emotie en perceptie.

Prijzen van de avond

Tijdens een onvergetelijke avond van het Goodmesh Concours 2023 in het Concertgebouw in Amsterdam werden de winnende acts bekroond met prestigieuze prijzen. Hier is een overzicht van de winnaars en hun prijzen:

Smackgirls (Saxofoon en Dans)

- Eerste Prijs: De Smackgirls, bestaande uit Lisa Schreiber en Kanoko Takeuchi, wonnen de eerste prijs van €5.000,-. Daarnaast ontvingen zij internationale persaandacht, een professionele fotoshoot en een video-opname van



hun optreden. Hun performance werd geprezen om zijn kracht en transformatieve kwaliteit.

Delle Cose ("Incanto" - Live Elektronische Muziek met Visuele Live Coding en Performance)

- Tweede Prijs: Delle Cose ontving €3.000,-, eveneens met bijbehorende internationale persaandacht, een professionele fotoshoot en een video-opname.
- Publieksprijs: Naast de tweede prijs won Delle Cose ook de publieksprijs, wat hen nog eens €1.000,- opleverde.

Naast deze hoofdprijzen werden er ook twee speciale prijzen uitgereikt.

NVR Prijs werd gewonnen door Inge Louisa en werd uitgereikt door drie vertegenwoordigers van het NVR bestuur. De prijs bestond uit een prachtige telescoop, bedoeld om de winnaar te inspireren om naar de sterren te reiken

en de wonderen van het universum te verkennen.

De API (Anton Pannekoek Instituut voor Astronomie) Prijs werd gewonnen door het Olloman Ensemble. Deze prijs werd aangeboden door het Anton Pannekoek Instituut voor Astronomie van de Universiteit van Amsterdam en bood de winnaar de gelegenheid om een optreden te verzorgen aan de Universiteit van Amsterdam.

Deze prijzen benadrukten de waardering voor de unieke talenten en creatieve expressies van de artiesten, en versterkten de missie van het Goodmesh Concours om grenzeloze kunst en samenwerking tussen verschillende disciplines te vieren.

Reflectie op de avond

De avond in het Concertgebouw was een fascinerende reis door de kunsten, waarbij elke act unieke perspectieven en interpretaties van het thema 'Volle Maan'

bood. De artiesten demonstreerden een indrukwekkende vaardigheid in het vermengen van verschillende kunstvormen, wat resulteerde in een meeslepende en onvergetelijke ervaring. NVR leden kregen een exclusieve back stage tour en konden zo de deelnemende artiesten ontmoeten.

Conclusie

Het Goodmesh Concours bewijst dat de fusie van muziek en andere kunstvormen niet alleen mogelijk is, maar ook noodzakelijk voor de ontwikkeling van moderne kunst. Het evenement was een viering van creativiteit en samenwerking, waardoor het publiek een dieper begrip kreeg van de kracht en schoonheid van multidisciplinaire kunst.

Extra informatie

Voor meer informatie over Goodmesh en toekomstige evenementen, bezoek [Goodmesh.nl](https://www.goodmesh.nl).



Ten questions for ESA parastronaut John McFall

Bert Vis

During the ESTEC Open Day on 8 October, 'Ruimtevaart' had the chance to talk with ESA 'parastronaut' John McFall about his 'Fly! Feasibility Study', which is meant to determine whether or not it would be possible for an astronaut with a physical disability to safely take part in a spaceflight. McFall lost his lower right leg in a motorcycle accident when he was 19 years old. He learned to run again and became an accomplished athlete, winning medals in several international competitions, including a bronze medal at the 2008 Beijing Paralympic Games 100 meter sprint. In November 2022, he was selected as the world's first 'parastronaut'. We had ten questions for him.

What are you currently doing as part of the feasibility study?

We're now in what we're calling Phase 2 of the feasibility study. Phase 1 was done in parallel to the astronaut selection process. Phase 2 is to put together, essentially, a business case for discussion at the ESA Ministerial Council in 2025, to have a discussion about whether someone with my kind of disability could potentially live and work and fly in space. So we are systematically going through the requirements for spaceflight, looking at breaking it into five domains: training, both basic training and mission specific training; spacecraft, so in this case we are looking at Crew Dragon; ISS, so living and working on the ISS; medical; and crew support. And in each of those domains, we are looking at the requirements that exist, and to see if there are any deviations from those requirements because of my disability, and then coming up with a means of mitigation or problem-solving. So we're not

getting rid of the requirements, and we're not changing the requirements, but we're seeing what we need to adapt in order to meet those requirements.

Have you already run into what I'd call "challenges"? Earlier today, you have mentioned: "Do you have to wear a prosthesis?", which you obviously have to when you're in the spacecraft and would need to get out in case of an emergency, but otherwise, I cannot imagine that you would really need one when you're up there.

It's not until you start really thinking about the fine detail of these things, you start to work out what you do and don't need, and what's important and what's not so important. You mentioned launch. Okay, at launch in particular, I need to wear a prosthesis, because if I need to do an emergency egress from the capsule down the crew arm and down in the baskets, I have to be able to move quickly and

I have to wear a prosthesis to do that. So we know that's a definite case. We then need to know: "What kind of a prosthesis can I wear?" My day-to-day prosthesis has battery, electronics, magnets, hydraulic fluid, gyroscope... In a worst case scenario you'll be in a pressurized, 100% oxygen spacesuit which with electronics and batteries in it is a significant risk. So we need to understand what that risk is, if this is a risk. And if it is not possible we need to come up with a different prosthetic solution that allows me to do the first part of what we spoke about, which is the emergency egress. That's one bit. Specifically, on the space station the key here is exercise, and maintaining the countermeasures that you need to undertake to maintain bone density, muscle mass, and cardiovascular health.

When you say bone density, should I be thinking of your right hip in particular? Because that's where the leg is gone and I guess your left hip is no problem?



Left: John McFall's official ESA portrait. [ESA] Right: McFall in the Columbus mockup at the European Astronaut Centre in Cologne. [ESA]

Yes. What you need to think about in terms of the exercise equipment, or the exercise countermeasures that are currently on the ISS... They are running, cycling on a cycle ergometer, and resistance exercises on a machine called ARED which works on a sort of vacuum system. So when you lift the bar, it provides resistance. And these are typically all being designed and tested on the premise that the user has two limbs. I also want to maintain the bone density in my right hip and in order to do that, I need to use the right leg and load the right leg. So I need to use a prosthesis on the device to do that. Day to day, you know, floating around the ISS... probably not, although it might be useful to have a foot that might anchor and stabilize myself, maybe when doing some tasks to free up my hands to do the work I'm going to need to do. Those are the sorts of things that we are looking at. And as I said in the beginning: it's not until you really lift all little stones and pick it all apart, that you understand what the requirements are.

I suspect that towards the end of next year, we will have a really good idea of the outcome of the "Fly!" study.

Are you also looking into any challenges that you might run into when you do an EVA? Or is that for a later date?

At the moment the feasibility study is not looking at EVA. That is not to say we're not going to look at EVA down the line, but at the moment we're not going to. That presents its own set of tasks. One of the main ones is: if you're on the robotic arm... if you're the astronaut doing the EVA on the arm, you have to be able to clip your feet in the platform. Can I do that wearing a prosthesis? Can I exert enough force to do this? So we're going to look into that a little bit more as well. It's not the scope of the feasibility study at the moment, but it's certainly something I am interested in looking into further down the line.

What do you think about the idea that you yourself are the experiment?

You very quickly understand as an astronaut that you are a test subject. When you sign up, you know that. I'm very easy with it. I think I'm doing this to generate science, information and knowledge, so that we can hopefully apply that knowledge to a wider degree of humanity. So I'm quite happy being a guinea pig.

Any idea when the study is supposed to be completed?

I think we're making very good progress. I suspect that towards the end of next year, we will have a really good idea of the outcome of the "Fly!" study.



Experiencing microgravity onboard Novespace's Zero-G Airbus [ESA]

As things look now, do you think you will fly? I can imagine that you hope you will fly but if so, when, and do you see yourself as a pathfinder for others with a disability?

There's a lot of positivity and a lot of energy around this study, and around people hoping I will fly, including me. I guess it's important to say that the study is to demonstrate that someone with my disability, or equivalent, could fly, and then we make a decision at the end of the study. Obviously, if they say yes, I'm in a very good position to be chosen to fly. So I think there is a good chance that I will fly but it's unlikely to be before 2027. As mentioned, the business case will be presented before the Ministerial Council in 2025, and it's 24 months of mission specific training, so one of the assumptions we have in the study is that it's not going to be before 2027. And the second part of your question: yeah, I hope I will be a pathfinder and I hope that I can create a legacy as a result of this. We are not just focusing on one disability. Actually, let's look at other disabilities. Let's look at spinal cord injuries or other wheelchair

users and let's think about the future of inclusive and accessible space 200 years from now. Let's look at the stuff at the design level rather than adapting the human to the equipment the engineers have already made. Let's actually think about engineering the equipment to already be adapted and suitable for a wider range of users.

Has anyone given you any indication that if you would fly, whether that would be a short-duration or a long-duration flight?

The plan is long-duration. This is what the study is specifically looking at. We're looking at a six-month long-duration mission.

You're a reserve astronaut. Now we've seen Marcus Wandt and Slawosz Uznanski getting a flight but those are funded by their home countries. What would happen in your case? Would ESA be funding it, because this is of course an ESA project...

Generally speaking, the model still applies. If an astronaut flies... Tim Peake, Sa-

mantha Cristoforetti, Thomas Pesquet... all these people who have flown have been supported by their nations. And that's the way things tend to work. So if I was to fly, it's likely that support would come from the UK. The vast majority of that support.

So it would not be, like is the case with the other reserve astronauts, a mission totally funded by your home country?

It would be different if it would be a long-duration mission as opposed to a 12-14-day mission.

At the end of this interview we can conclude that up to now, the feasibility study has not resulted in any problems that makes a spaceflight for someone with a physical disability like McFall's impossible. There are challenges but they look as if they can be solved. And that is good news, not just for McFall, but for anyone with a disability like his who dreams of becoming an astronaut, as well as for ESA's and other space agencies' efforts to be more diverse and inclusive.



Esrange Space Center: Historical anecdotes from the far North

Armelle Frenea-Schmidt interviewing Per Baldemar & Börje Sjöholm

68°N, 21°E - Located 40 km from Kiruna, in the northern part of Swedish Lapland, is the European Space Research Organisation Sounding Rocket Launching Range, better known as Esrange. ESRANGE is one of the oldest launch sites in Europe and has been operational since the sixties. As of 2024, the site is open not only to suborbital rockets but also to the new generation of small orbital launchers and rocket propulsion testing.

In the sixties, the interest in launching suborbital rockets was very high; scientists were using a new way to understand the Earth's atmosphere by directly "sounding" it. The principle of such a rocket is to incorporate an experiment, fly it into the high atmosphere, make measurements (sometimes even collecting samples of the atmosphere) and land back on Earth to retrieve the onboard data or samples. Afterwards, scientists and engineers post-process the collected data and analyse the results. In addition to the Earth atmosphere studies, a special interest in the Northern lights emerged; those pink/purple/green/yellow waves that wake up the Lapish darkness. This is why a Swedish institute, Kiruna Geophysical Observatory, now called IRF (Institute for Space Physics), opened in Kiruna in 1957. At the same period in history, ESRO (European Space Research Organisation), one of the ancestors of ESA, was gathering international teams of scientists and engineers with a common interest in the Earth's atmosphere and Aurora

studies. ESRO was composed of Belgium, Denmark, France, (the Federal Republic of) Germany, Italy, the Netherlands, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom. Led by a common interest to launch from Europe mainland, ESRO countries were looking for a launch site; neither easy nor common! Indeed, ESRO was looking for a site located in Europe's mainland and in an Aurora Borealis zone; moreover, the site needed to be situated in a large empty area for the safe landing of the rockets while being close to infrastructure such as roads, train station, and an airport. Located above the Arctic Circle in Sweden, in the territory of the Sami people, with wide open space and fantastic forest scenery but also with a strong industry (the largest underground iron-ore mine of the world) and the presence of the IRF, in 1960 Kiruna appeared as the best candidate to host Esrange. Thanks to its unique location, it has a great advantage: a landing area for the rockets of 5200 square kilometres. Esrange opened in 1964 and the first rocket launch, a Centaur, occurred in 1966.

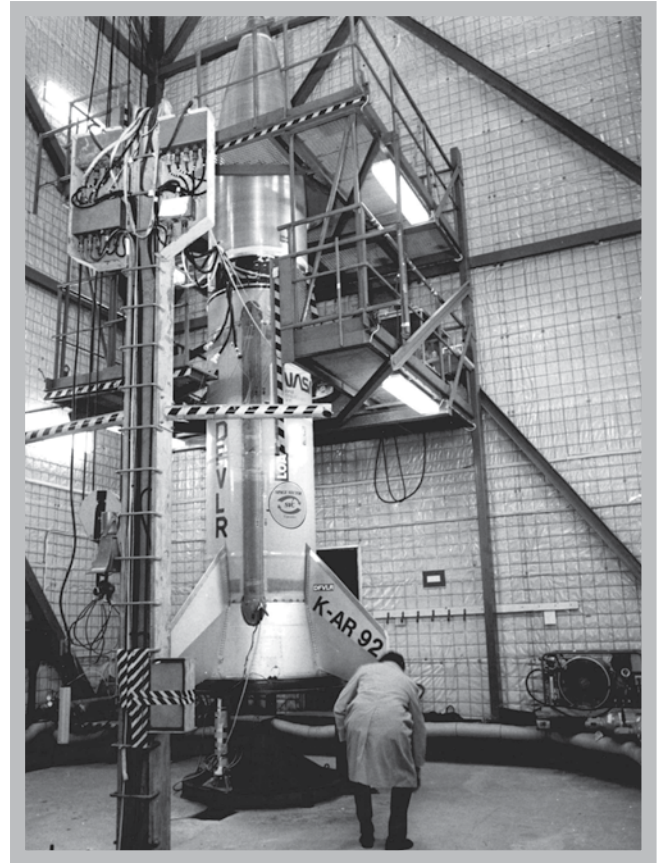
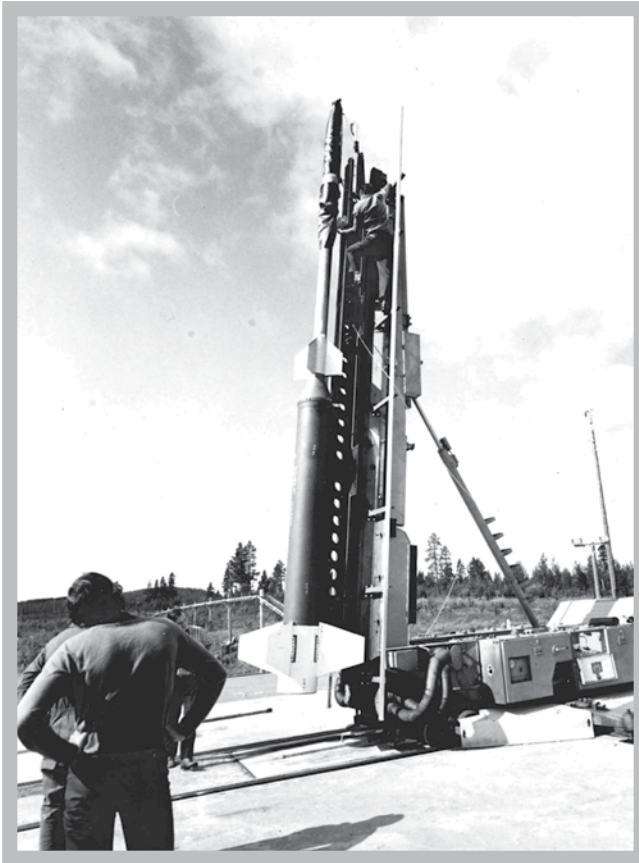
In July 1972, after the foundation of ESA, Sweden took over the facility from ESRO and commissioned a company to operate Esrange: Rymdbolaget, known nowadays as SSC (Swedish Space Corporation).

The history of Esrange has been a constant development with the creation of new activities almost every decade. If such information can easily be found in books and on the Internet, there is another point of view that is offered today: the point of view of the ones that have made Esrange. Let's have a look behind the scenes of its history.

History in the eyes and memories of Per Baldemar & Börje Sjöholm, two famous Esrange characters.

Börje, Per, how did you end up working at Esrange? And what used to be your roles at SSC?

B: I have an engineering background, I studied at Luleå high school where I got my graduation and then joined SAAB.



Left: Centaur rocket on mobile Centaur rocket pad; one can still be seen at Kiruna Space Campus. Right: Ariès rocket inside the Ariès tower. This tower still exists today but has been made higher with a blue extension, to accommodate the MAXUS rocket, still in use today.

This was in 1967 that I was recruited at Esrange, to be part of the launch team (the launch team is the crew preparing the launch site, the rocket motors, the interfaces with the payload and operating the rocket until ignition and then taking care of the recovery in the landing area). Years after, I became campaign manager and operations officer. This was a challenging job, but I liked the fact that the launch crew was a small team, working close to each other. Esrange was also a great area, open for fishing and hunting, my hobbies!

P: My background is from the military. Many regiments were closing in the nineties, including the one of Kiruna. I was then approached by SSC that was looking for safety people. I found out that SSC was a place for a wide diversity of backgrounds with people from everywhere. It was a fascinating job, especially the balloon activities, at that time it was a new area to develop, learning something every day. This sounded very attractive to me, so I decided to join in 1994. Actually, Börje recruited me and was my boss for many years before I turned out to be the range safety officer of Esrange.

Börje, you started in 1967, a few years only after the opening of Esrange! How did the base look like when you started?

B: When I started, a few buildings already existed, some are still operational today, like the Main Building and the Rocket Blockhouse. The Church was already there (but we lost this building in the fire of August 2021). In the sixties, we were launching Centaur rockets, the launcher was a mobile structure with a rail; the rocket was mounted on the top of the rail – today, we install the rocket below the rail, why? Centaur is a French launcher, it was French stuff to have the rocket on the top! There is still a launcher like this one at the IRF Space Campus in Kiruna. When I started, the Centaur Hall and the Skylark Hall were under construction. Later on, the ARIES tower was built, located now where we have the MAN-2, also called MAXUS tower. This ARIES rocket can also be seen in Stockholm outside of the SSC Solna office!

P: In 1968, Skylark Tower was built by Spain as part of their contribution to ESRO. The tower was built in Bilbao and was then shipped to Kiruna. Three similar towers have been built: the one at Es-

range, one in Italy (Sardegna) and one in Australia. Only the Esrange one still exists today and is still in operation. (By the way, the Skylark tower was damaged by fire in August 2021, but it has been completely refurbished and is operational again).

B: Talking about the MAN-2 launcher from DLR, it was operational from Svalbard and then sent to Esrange. MAN-2 is still operational and was used this year to launch several rockets like MAPHEUS. In the sixties, about 100 people were working at the base, quite young people, very international due to ESRO; Esrange is a story of international cooperation. At that time, we could launch 25 rockets per day! As an example, the ENERGYBUDGET rockets (using Super Loki motor): we had three launch teams then, working in shifts and of course, those rockets were way less complex than the ones we launch nowadays.

The sixties were focused on sounding rocket activities since it was the purpose of Esrange, however, we know that from 1974, Esrange started to launch stratospheric balloons. How did this activity emerge?



Left: the old way of launching big balloon payloads from ESRANGE, before the use of HERCULES. Top right: HERCULES truck carrying the High Altitude Drop Test (HADT) capsule, part of the development of ESA's upcoming EXOMARS mission. Bottom right: SSC ballooning technique with HERCULES.

B: CNES (the French national space agency), from Air sur l'Adour, was a pioneer of stratospheric balloons in Europe. France initiated collaboration with Russia for ballooning first. At that time, there was already great scientific interest in ozone depletion studies and the location of ESRANGE was ideal.

P: ESRANGE is also a location from where you can launch the whole year long! You can perform transatlantic flights, circumferential flights around the North Pole, and drop tests over the ESRANGE impact area during Summer. Indeed, the turnover season is used to ensure that the balloon would come back to Sweden [The turnover season occurs in June & August, when the winds are having different directions according to the atmospheric layer. The balloon is flying first towards Finland, then, using another altitude, it is brought back to the ESRANGE impact area]. It is not authorised to land in Russia. In fact, in 1990 the PIROG 5 balloon flew over Russia and was shot down by a Su-15 aircraft! It took several hours to shoot it, not easy to stop the flight of a vehicle flying above 20 km! The payload was sent back to the scientists... several years later!

B: Then, SSC wanted to develop the activities of the base since ESRANGE started a collaboration with CNES and NASA; if NASA was already launching sounding rockets from ESRANGE, the American space agency also had a big interest in stratospheric balloons via the CSBF (Columbia Scientific Balloon Facility - formerly the National Scientific Balloon Facility). Due to the dimensions of the NASA balloons, the tiny balloon pad of ESRANGE used by CNES was expanded over the years up to the size of 45 football fields today! Enabling ESRANGE to launch in any possible direction! This is how SSC learnt ballooning techniques from both CNES and CSBF. Therefore, the SSC ballooning technique is a unique recipe mixing heritage from the French and the American ways.

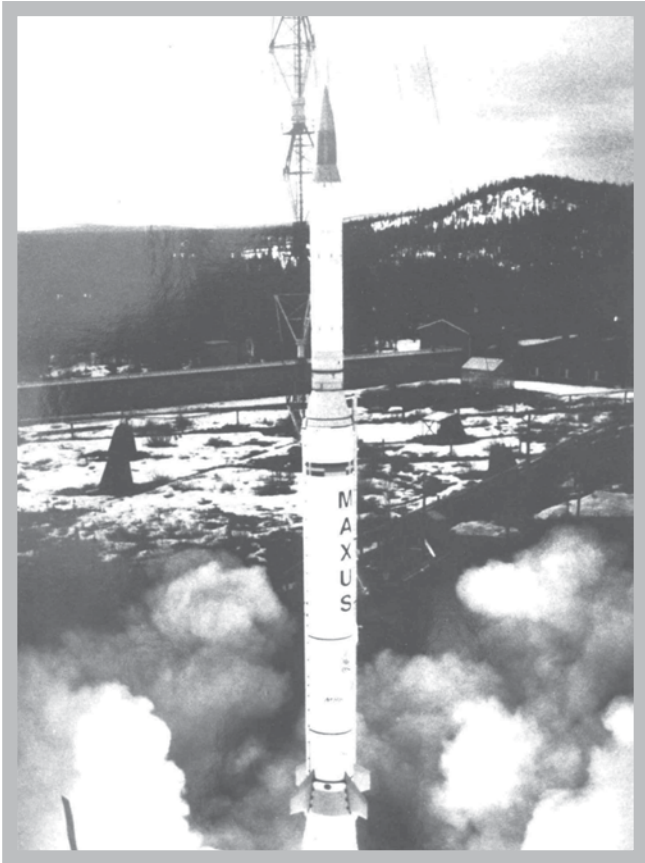
P: We have been able to launch bigger balloons also thanks to a technology leap: balloon envelope improvements with better resistance to temperature gradients. Indeed, the cold temperatures of the high atmosphere but also the balloon expansion at low pressure made the envelope fragile. The quality of the envelopes became much better, and so the launch was more reliable.

The first balloon launch happened in 1974, so were you sharing the rocket facilities to prepare for the balloon launches?

B: To launch the balloons, in the beginning, we were using the rocket facilities but soon we had more balloon missions and we needed to acquire dedicated ballooning buildings. The Chapel was then built at the balloon pad; we used it for the instrumentation team preparing the balloon systems. It was only in the nineties that the Cathedral, used by scientists to integrate the payload and the Basilica, used by the launch team to prepare balloon equipment, were built.

Today, we have a star at ESRANGE, the Hercules truck! This is famous for anyone who came to ESRANGE for a balloon mission. How can you explain the success story of such a truck?

B: So, until 2005, we were using the CNES techniques (with small auxiliary balloons) for light payloads and a telescopic crane to lift the heavy payloads. This was only in 2005 that SSC got THE truck, Hercules.



MAXUS rocket lift off from Esrange.

Sounding rockets

Sounding rockets, designed for concise vertical journeys into Earth's upper atmosphere, stand as instrumental assets in the pursuit of comprehensive insights into atmospheric phenomena. In contrast to orbital missions, these suborbital rockets provide a cost-effective means to capture critical data during brief but intense flights.

Outfitted with sophisticated scientific instruments, sounding rockets enable real-time measurements of atmospheric parameters such as temperature, pressure, and chemical composition. Their swift ascent and descent offer scientists a unique capability to gather data at precise altitudes, allowing for a targeted examination of distinct atmospheric layers. This data contributes significantly to our understanding of Earth's climate, weather patterns, and responses to external influences. Sounding rockets serve as indispensable tools for atmospheric research, facilitating the validation and calibration of satellite instruments. They also function as dynamic testbeds for emerging technologies, propelling advancements in remote sensing and atmospheric exploration. With their nimble and focused approach, sounding rockets continue to be pivotal in unravelling the complexities of our atmosphere, offering a dynamic window into the atmospheric processes that shape our planet.

CSBF used to have a truck in the US, in New Mexico, to launch a large payload. The Americans introduced the idea of having such a vehicle at Esrange to gain in flexibility of the missions and operations. Thus, in 2004, SSC got investment and the truck was delivered in May 2005. Hercules is a unique vehicle composed of a VOLVO L180 wheel loader modified with a crane. The design is a collaboration between CSBF, SSC and LKAB Mekaniska (Luossavaara Kirunavaara AB). Hercules is inspired by the CSBF truck but includes all the added features that CSBF was dreaming about! Hercules is qualified to carry up to 4t payload! Some rumours said that a second Hercules will be built in the US one day...

If you could pick up the best memory from your career at Esrange, which would it be?

B: My top memory would go to MAXUS 1. MAXUS is the biggest sounding rocket launched from Esrange to date. The MAXUS rocket could go over 500km of altitude, meaning higher than the ISS (International Space Station) – its payload

could weigh up to 700 kg for a total lift-off mass of 12 t. The first MAXUS was a failure due to an error in the guided system. That's why if you look at the history, there is a mission called "MAXUS 1B". We learnt a lot from MAXUS 1 because it forced us to think about our ground system and to learn how to handle the CASTOR motor that was new to us (we were used to handling Black Brant, Gold Finch, Raven X, Super Loki, Taurus, Orion, Nike motors for example). So, for that, the launch team has been trained in the US to handle CASTOR motors. We came back to Esrange with better knowledge and had ideas for many improvements like using the ARIES tower for MAXUS by increasing the height (that's why there is a blue top part of the tower today), by adding a lifting system inside the tower to install the payload, and the huge effort in adapting all our procedures. When MAXUS 1B was launched, it was a 100 percent success, I am extremely proud of what we achieved on that mission.

P: For me, my best memory is about ballooning! I am especially proud of the upscaling process of balloon launching, we have been learning a lot to develop

our own techniques and the Hercules was a great achievement that enables a wide diversity of missions today.

Börje retired in 2006 and Per in 2022. Since 1967, Börje participated in the launch of 300 rockets, Per, since 1994, launched 100 rockets and 60 balloons. Both are still living in Kiruna and although retired, Per has been helping out this fall at Esrange for the training of new personnel for the balloon operations.

Since 1966, more than 590 sounding rockets and since 1974, more than 675 stratospheric balloons have been launched from Esrange Space Center. In 2024, the launching calendar looks amazing with 9 sounding rockets scheduled (TEXUS 59 & TEXUS 60, MAPHEUS 14 & MAPHEUS 15, REXUS 31 & REXUS 32, Suborbital Express 4, MASER 16, STERN III and MAIUS 3) and up to 10 stratospheric balloons (NASA summer campaign, CNES campaigns and BEXUS 34 & BEXUS 35). This represents several dozens of experiments in biology, astronomy, and technology development, carried out by scientists and engineers but also students, from all over the world.

Suborbital space flight

Suborbital space flight, distinguished by its trajectory breaching the Earth's atmosphere, stands at the confluence of scientific exploration and burgeoning commercial ventures. Elevating to altitudes surpassing 100 kilometres, these missions proffer brief periods of weightlessness and a panoramic view of Earth's curvature for passengers and payloads alike. Scientifically, researchers capitalise on the microgravity environment for experiments across disciplines such as physics, biology, and materials science.



The launch area in Summer 2019, with the MAXUS tower with its blue top, the MRL rail launcher and the MASER 14 rocket launching from the Skylark tower.

Esrange in 2024 and beyond, a new generation of pioneers

Only a couple of kilometres away from the current launch site at Esrange, you can find the European mainland's first orbital launch site, Spaceport Esrange. Philip Pålsson, Project Manager of New Esrange, and Ludvig Sjöberg, Chief Engineer in the Orbital Launch & Rocket Test team, remember the start of the project.

"Starting the project, we didn't even know which rocket model we were building it for. At the same time, we didn't have time to wait. The need for this facility was too great. The answers had to come as we moved along. It's fair to say that this flexible approach has not always been easy. But it has resulted in two important things; we will beat the competition with this facility, and we were able to add the capability to host tests of Themis, Europe's program for reusable rocket technology," says Ludvig Sjöberg.

There is no recipe for building a spaceport and after years of hard work, lessons learnt, conjuring with the budget and discussions with customers and partners, it's finally happening. Spaceport Esrange is set to begin operations from 2024 onwards.

"From a holistic perspective, it feels a bit like we're closing the circle here," says Philip Pålsson. From the construction of Esrange in the '60s to the introduction of satellite communication services in the

'80s, as well as designing and manufacturing satellites in the '80s and '90s, SSC is now close to finishing the first launch site for satellites on the European mainland. "Since this project started, we have had a clear vision of the result, but the results have far surpassed our imagination and now it really feels like this is an important part of global space history," says Philip Pålsson.

Spaceport Esrange is not your everyday project. From the infrastructure itself – launch pads, buildings, storage rooms, offices, electricity and water supply – the team has managed thousands of gravel transports, developed advanced rocket communications systems, built new control centers and procedures for a variety of mission types and performed hundreds of flight simulations to ensure safe launches.

Philip Pålsson: "Launching satellites into orbit is a difficult task. Only around ten countries have the capability to launch satellites into Space. This is a major accomplishment for SSC but also for Sweden as a space nation."

For Europe, the orbital launch facility at Esrange is a much-anticipated asset. The convenience of everyday connectivity as well as important insights about the changes on Earth, means that more satellites will be needed in the future. Meanwhile, the new launch capability will be of great importance for Europe and the West in

the current geopolitical climate. Spaceport Esrange will most definitely shine the spotlight on SSC as the most versatile Space center and orbital launch site.

Apart from launching satellites into orbit, Spaceport Esrange will host ESA's rocket reusability program Themis, as well as sub-orbital test launches of new generations of rockets. The new facility will feature an integration building with room for two rocket integrations at the same time, a launch pad for the Themis rocket tests, a launch pad for orbital rockets, a launch pad for suborbital rockets, as well as various connected infrastructure around the site.

"We often talk about Esrange as the most versatile space center in the world, but I also want to highlight Spaceport Esrange as the world's most versatile orbital launch site. Nowhere else will you be able to test reusable rockets, launch experimental suborbital rockets and orbital rockets carrying satellites, at least not at the same facility," says Ludvig.

Conclusion

Esrange is a key place for Space; if you want to know more about it, you can visit the SSC website <https://sscspace.com>.

If you go to Kiruna, then take the chance to go to the visitor center open daily from 08.00 to 18.00, placed next to the base entrance. The entry is free, and coffee/biscuits are waiting for you! Welcome!



ERA ruimterobotica operaties geslaagd

Ed Kuijpers

Op 21 juli 2021 werd De European Robotic Arm (ERA) gelanceerd op een Proton-M raket. Over de geschiedenis, de lancering en het begin van de installatie is verslag gedaan in "ERA op het ISS", een interview met Sytze Kampen van Airbus (Ruimtevaart 2022-1). Dat interview eindigde met een cliffhanger, omdat de digitale communicatie met ERA onvoldoende functioneerde. Iets meer dan twee jaar later kon ESA projectmanager Philippe Schoonejans in een presentatie "ERA and Future Robotics for Exploration" bij de Advanced Space Technologies in Robotics and Automation conferentie (ASTRA 2023) terugblikken op een succesvolle afronding. Daarom werd een afspraak gemaakt voor een interview voor meer details.

Philippe Schoonejans werkt sinds 1991 bij ESTEC en is voor meerdere robotprojecten team leader en projectmanager geweest. Hieronder vielen ook het project voor de Eurobot assistent voor ruimtewandelingen (met een prototype demonstratie als resultaat) en de vele METERON tele-robotics, communications en operations experimenten met besturing vanuit het ISS van robotopstellingen op aarde ter voorbereiding op maanmissies. Daarnaast is hij ook Future Projects Team Leader geweest voor "Human & Robotic Exploration". Voordat hij bij ESTEC werkzaam was heeft hij vijf jaar bij Fokker Space gewerkt. Het interview is afgenomen samen met Ruimtevaart eindredacteur Bert Vis in ESTEC, Noordwijk, waarbij ook een interessante rondleiding mogelijk werd langs de ERA infrastructuur in het Erasmus gebouw.

Wat voorafging

Hoe kijkt ESA aan tegen de geschiedenis van het ERA project?

In 1986 is gestart met het formuleren van eisen voor de Hermes Robot Arm (HERA) als een Nederlands programma. In 1991 werd het een ESA programma en werd het "European Robotic Arm" (ERA) om bij te dragen aan het ISS.

Ik heb een lijst bijgehouden van de verwachte lancering vanaf de goedkeuring van het ERA programma, en kon die uiteindelijk afgerond presenteren bij ASTRA. ERA was een groot project om een elf meter lange robotarm te bouwen, waarin meer dan 22 bedrijven betrokken werden vanuit ESA gezien. De meeste bedrijven zijn inmiddels overgenomen, samengevoegd of bestaan niet meer. De drie Italiaanse ERA bedrijven bijvoorbeeld (Officine Galileo, TecnoSpazio en Fiar) zijn nu onderdeel van

Leonardo. De laatste jaren vóór de lancering werd het werk gedaan door Airbus NL, Spacebel, TERMA en NLR. Op het eind was alleen Airbus betrokken, die kennis en gereedschap hadden ontwikkeld om de software aan te passen. Door de vele wisselingen van lanceerdatum was het niet mogelijk om systematische, grotere verbeteringen voor ERA te ontwikkelen. Met name de problemen rond de Russische module Nauka, ook wel Multipurpose Laboratory Module (MLM) genoemd, hebben tot veel onverwachte vertragingen geleid. Hierdoor is bijvoorbeeld de ERA software weinig veranderd en is het accent komen te liggen op aanpassingen voor nieuwe hardware voor de grondinfrastructuur. Met een formeel document is het ERA vluchtmodel overgedragen aan Roskosmos op 21 juli 2021, op het exacte moment van lancering, omdat ESA niet aansprakelijk wilde zijn als bij een launch failure de ERA schade zou aanrichten. Aan

ESA kant zijn er ongeveer tien medewerkers in deeltijd betrokken geweest in het afgelopen jaar. Zelf was ik voor ongeveer 50% van de tijd betrokken gedurende het laatste jaar. Eerder was ik slechts 15% betrokken gedurende de 15 jaar daarvoor. Daardoor was de vele vertraging goed uit te houden en doordat ik veel heb moeten delegeren werd ik er wellicht zelfs een betere manager van.

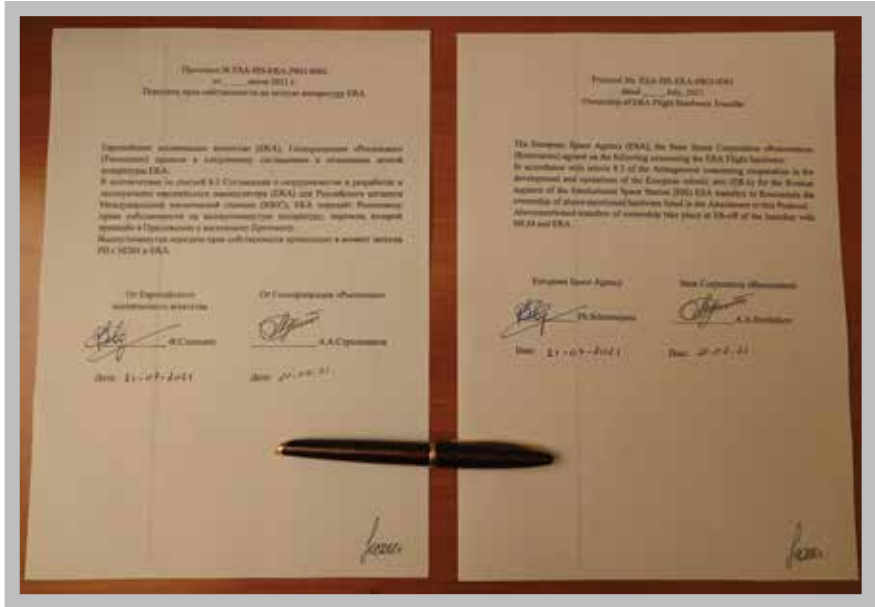
Hoe heb je zelf de lancering ervaren?

Een onvergetelijke ervaring met slechts één vervelende herinnering. We hadden ongeveer 65 personen uitgenodigd om mee te gaan, maar als gevolg van heftige COVID-19 uitbraken in Moskou mochten er van het hoofd medische zaken van ESA-HQ in Parijs slechts 14 mee, direct, niet via Moskou. Die andere 50 (oud) collega's heb ik persoonlijk kort voor de lancering moeten teleurstellen dat ze niet mee konden door deze nieuwe COVID restricties. Ik ben uitgenodigd om in december bij Airbus een presentatie te geven over ERA bij een event ter viering van de geslaagde lancering en eerste missies in de ruimte.

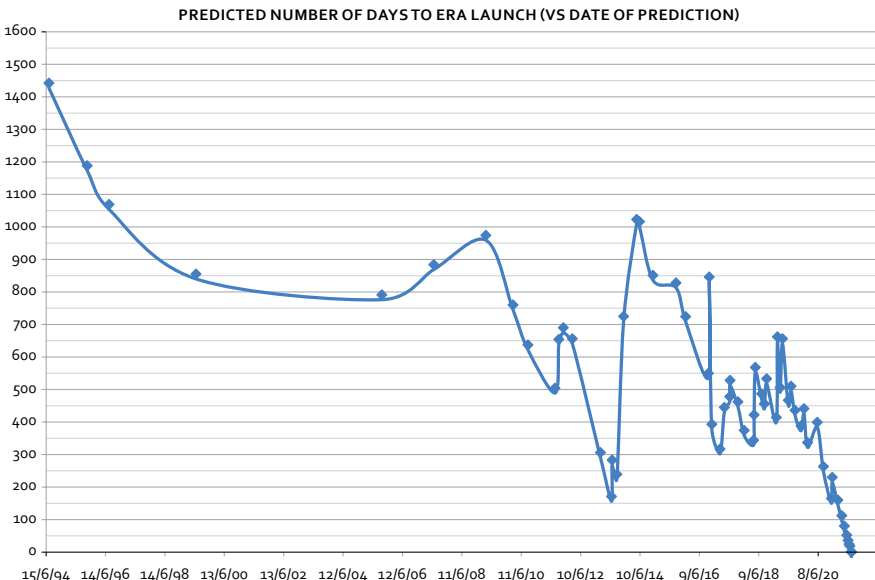
De belangrijke rol van astronauten

De kosmonauten hadden een belangrijke taak bij het gereedmaken van MLM en ERA voor gebruik via ruimtewandelingen. Hoe is het communicatieprobleem op het ISS met de ERA controlecomputer opgelost?

Dat was achteraf gezien een geluk bij een ongeluk. Door de problemen aan boord hebben we de tijd in Moskou benut om de dataverbinding met ESTEC te verbeteren. Dit bleek essentieel omdat niet veel later de restricties vanwege de oorlog in Oekraïne reizen naar Rusland en internationale samenwerking bemoeilijkten. Dit betrof niet alleen technische verbeteringen in de communicatie-infrastructuur, maar ook verbeteringen die te maken hadden met extra eisen voor data security. De communicatieproblemen aan boord van het ISS hadden te maken met een probleem met een Russische Milbus-Std-1553 koppeling tussen MLM en ERA. Deze was redundant uitgevoerd, maar bij het ene kanaal was geen data (kabel moest worden vervangen) en bij het andere kanaal waren er te veel errors (terminatieafsluiting vergeten). Doordat



Ondertekening eigendomsoverdracht ERA aan Rusland. [ESA].



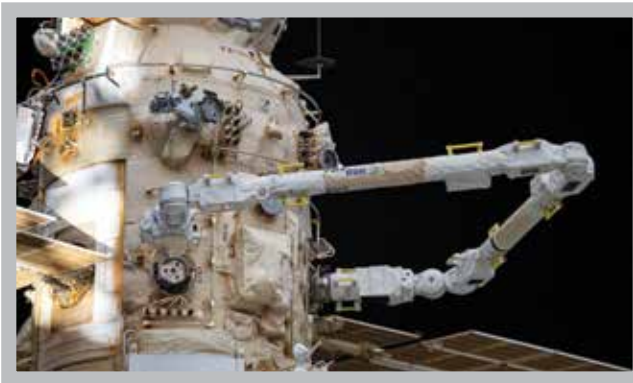
De lange weg naar de ERA lancering. [ESA]

inmiddels de data infrastructuur tussen ISS, mission control Moscow en ESTEC perfect werkte, met video en telemetrie, konden we na de reparaties aan boord gemakkelijker op afstand werken. Dat bleek essentieel om activiteiten te kunnen continueren binnen de nieuwe reisrestricties.

Bij een vervolgpresentatie bij het Nationaal Ruimtevaart Museum van Sytze Kampen in november 2022 bleek dat er ook problemen waren rond het vastpakken van de bevestigingspunten(basepoints).

Als onderdeel van de indienstneming moest ERA zich aan een aantal basepoints kunnen koppelen. Bij het eerste

basepoint lukte dat, maar bij het tweede en derde waren er aanvankelijk problemen. Meer stroom in de motoren dan verwacht zorgde ervoor dat de motor zichzelf uitschakelde. Dit bleek te maken te hebben met parameters die niet gemakkelijk veranderd konden worden. De werking van de mechanismen in de arm was temperatuurafhankelijk, meer dan verwacht. In de arm zitten ongeveer 22 computerprocessoren die deels niet opnieuw te programmeren zijn, waardoor de oplossing bemoeilijkt werd. Er is mij door ESA communicatie gevraagd naar de meest spannende momenten en toen herinnerde ik mij twee momenten. Erg spannend was het moment dat ERA basepoint nr. 3 weer moest loslaten i.v.m.



Linksboven: Philippe Schoonejans bij Roskosmos. [ESA] Links-midden: vastpakken en loslaten van de bevestigingspunten (base-points) bleek niet vanzelfsprekend [ESA/NASA/Roskosmos] Links-onder: foto van een optisch filter in een CLU model beschikbaar in Erasmus. Rechtsboven: gereedschap voor gebruik door kosmonauten, o.a. Roll Joint override, Grapple/Unggrapple override, Limb interface, Joint interface, camera replacement tool. Rechtsmidden: twee referenties (targets) met ieder drie reflectoren die gebruikt werden door het ERA beeldherkenningssysteem voor afstandsbepaling tussen de lading en het doel. [ESA/NASA/Roskosmos] Rechtsonder: ERA in poollicht tijdens voorbereidingen. {ESA/NASA/Roskosmos}

Nederland	
Dutch Space/Airbus DS	Prime
NLR	Ground segment/simulator
Stork	Joints Mechanics
België	
SABCA	Joints
Spacebel/Trasys	Laptop besturingsinterface, Ground segment/simulator
Alcatel	EGSE
Duitsland	
EADS/Bremen	End effector of "hand", Joints, On board computer onderdelen.
Bosch	
Italië	
Officine Galileo	Cameras
Tecnospazio	Software
Fiar	Extern besturingspaneel
Denemarken	
Per Udsen	Geometrisch model, Onderwater trainings model
Terma	Software
Zwitserland	
HTS	Limbs
Zweden	
Saab	On board computer

1986	Start werk aan het programma van eisen – Hermes Robot Arm – Nederlands programma
1991	ESA programma – Hermes Robot Arm – Later veranderd in European Robotic Arm (ERA) voor ISS
1994	ESA Program Board (PB) en Industrial Policy Committee (IPC) goedkeuring
1995	Ondertekening industrieel contract met Fokker Space – Later Airbus NL
1995-2004	verandering lanceerder van Proton -> Shuttle -> Proton met als werklocatie het ISS Science and Power Platform (afgeblazen)
2004	acceptatie tegen ESA-Rusland ICD in afwachting van lanceerder en ISS taken
2005	Introductie van Multipurpose Laboratory Module (MLM) als ERA werklocatie op ISS
2008	verhuizing ERA naar Rusland
2008-2021	vele MLM-lanceervertragingen
2021	Lancering
2021	fix van data connectie naar MLM
2022	in bedrijfstelling
2023	essentiële ERA operaties!

Links: Tabel 1 – bedrijven betrokken bij ERA. Tabel omvat niet alle leveranciers van kleinere onderdelen. Rechts: tabel 2 – tijdlijn ERA ontwikkeling.

remproeven. Als we het daarna niet meer konden vastpakken zouden de belangrijkste operaties onmogelijk zijn geworden. Een ander erg spannend moment ontstond bij de ontdekking dat de Russische geometrische database van de het ISS voor de luchtsluisoperaties afweek van de realiteit en de voorgeprogrammeerde ERA op de verkeerde plaats terecht kwam. Herprogrammering en dus uitstel van de missie zou grote problemen geven. Hoewel collega's twijfels hadden heb ik als eindverantwoordelijke moeten besluiten door te zetten en in real time, gebaseerd op onze eigen camerabeelden, de arm naar de juiste plaats te sturen, wetende dat er ergens onjuistheden in de geometrische modellen zaten. Uiteindelijk is de missie naar tevredenheid afgerond.

De camera, de Camera & Lighting Unit (CLU), kon ook maar beperkt ingezet worden in de beginfase. Hoe waren bemanningsleden betrokken bij het oplossen daarvan?

De eerste camerabeelden waren ongeschikt voor automatische positie-extractie op grond van drie reflectoren als referentie (target). Na gedetailleerd onderzoek werd geconcludeerd dat optische filters in de camera vervuild waren. Voor vervanging waren ruimtewandelingen nodig, o.a. die waaraan ook ESA astronaut Samantha Cristoforetti deelnam. De vervuilde filters zijn teruggebracht naar de aarde voor onderzoek. Bij de integratie van ERA op de Nauka-module kan er verontreiniging van de filters hebben plaatsgevonden. Het kan ook veroorzaakt zijn door raketmotoren die onverwacht langer bleven werken bij de aankomst op het ISS, ofwel lekkage of het gevolg van andere ISS-activiteiten. Na vervanging was het probleem opgelost. Voor beide camera's, aan weerszijden van de arm, zijn de filters vervangen.

We hadden ook de beschikking over video van camera's op de helmen van de kosmonauten en konden daardoor vanuit ESTEC meekijken naar wat de kosmonauten deden.

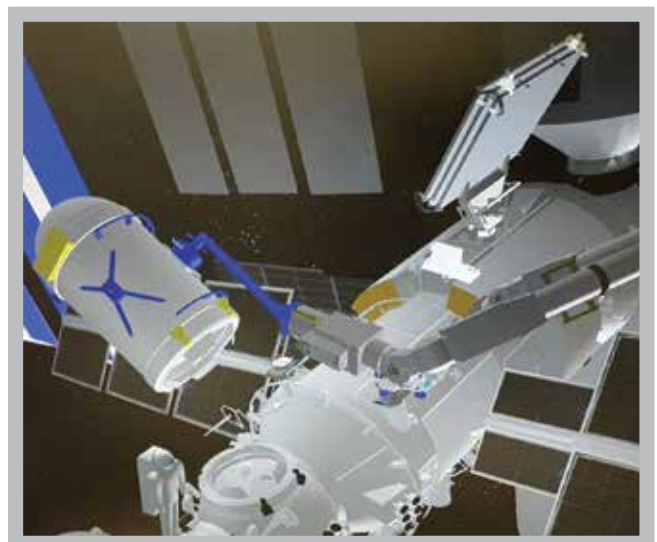
Hoe zijn de operaties verder verlopen met ondersteuning door de kosmonauten?

Nadat alle problemen opgelost waren heeft ERA een grote radiator en een luchtsluis verplaatst. Daarnaast is ERA gebruikt voor inspectie bij het ontdekken van lekken en gebruikt voor transport van kosmonauten. Dat waren de belangrijkste doelstellingen en daarmee was ERA geslaagd.

Samenwerking

Veel hangt af van goed versie management in grote projecten. Hoe verliep wat dat betreft de samenwerking met de Russen?

Zelf heb ik geleerd hoeveel we afhankelijk zijn van internationale samenwerking en afspraken. We hebben ook een keer via achteraf redeneren moeten achterhalen wat de versie van bepaalde software was,



Linksboven: startsituatie voor ERA operaties met rechts in beeld de luchtsluis en radiator in beginpositie. [ESA/NASA/Roskosmos]
 Linksmidden: de situatie voor ERA ondersteuning vanuit de Erasmus Operations Room met rechts Philippe geconcentreerd de operaties volgend. [ESA]. Linksonder: essentiële displays in Erasmus voor monitoring. [ESA] Recht van boven naar onder: een foto van de situatie aan boord. [ESA/NASA/Roskosmos] De verplaatsing van de grote radiator. [ESA/NASA/Roskosmos] Verplaatsing van de luchtsluis. [ESA/NASA/Roskosmos] De simulatie van de beweging met ERA MPTE software waarbij een geometrische database voor ERA padplanning moest worden gebruikt. [ESA]

ERA ingebruikname, test missies and operationele missies	EVA	Date
ERA uitpakken en installatie	52	24 maart+18 april 2022
Initialisatiemissie, eerste ERA beweging naar een bevestigingspunt	53	28 april+5 mei 2022
ERA beweging naar veilige positie na mislukking grijpen van tweede bevestigingspunt		13 mei 2022
Testmissie voor onderzoek aan grijperprobleem en camera test		21-22 juni+12 juli 2022
Samantha Cristoforetti's Russische ruimtewandeling, uitrusting ERA en vervanging vervuild camera venster	ESA	21 juli 2022
ERA remmen inwerken, grijperprobleem oplossen, demonstratie dat beeldverwerking goed werkte na vervanging vervuild venster		28-29 juli 2022
Installatie van ERA elleboogcamera's	54	17 augustus 2022
1st pick and place test (succesvol), inclusief vastzetten en weer losschroeven van payload met ERA's "screwdriver"		24 augustus 2022
Testen van het handmatig losdraaien van evt. vastzittende mechanismen, vervanging andere cameravenster	54a	2 september 2022
Validatiemissie, testen van prestaties (remmen, positioneren, kracht controle)		13-14 september 2022
Training- en testmissies ter voorbereiding van radiator- en luchtsluisinstallatie		20 oktober+1 november 2022
Radiator installatie start op 25 nov. en 14 dec., maar niet afgerond door ruimtepakprobleem, resp. een Soyuz lek		
ERA laptop harddisk vervanging inclusief ERA activatie		1 februari 2023
Trainingsmissie voor nieuwe operator, inclusief inspectie van MRM 1 docking port		31 maart 2023
MLM Nauka radiator installatie	56	18-20 april 2023
MLM Nauka luchtsluisinstallatie (na eerst een training missie op 27 april)	57	2-4 mei 2023
afronding configuratie ERA	58	12 mei 2023
afronding ERA test, operations en laatste validatie activiteiten		1 juni 2023
transport van kosmonaut door ERA	60	9 augustus 2023
lekinspectie		17 oktober 2023

Tabel 3. Overzicht ruimtewandelingen en ERA activiteiten

maar dat was relatief onschuldig. Zoals besproken was het aanpassen van geometrische modellering voor de Russen lastig.

Bij de operaties hielp Airbus maar was er ook sprake van inzet van oud-medewerkers van Airbus. Hebben zij een rol gespeeld?

Jazeker, ik herinner me Henk Petersen, een reeds lang gepensioneerd Airbus medewerker, die tijdens operaties eens essentiële input heeft gegeven omdat hij wist dat en hoe de waarde van een belangrijke vlag in de software aangepast moest worden.

Welke foto's van ERA zijn bijzonder?

Toen ik een foto toegestuurd kreeg van Roskosmos waarin een kosmonaut door

ERA werd getransporteerd was dat een bijzonder moment. Deze foto leek op een artist impressie die vele jaren gebruikt is voor ERA-promotie. Ook bijzonder is een foto waarbij ERA te zien is op het ISS met poollicht. Daarnaast heb ik veel foto's van activiteiten in Moskou en van de lancering.

Er was sprake van verschillende lekages waar ERA betrokken was bij inspectie. Heeft ERA ook de radiator die verplaatst is moeten inspecteren?

Inderdaad, toevallig op de dag voor mijn keynote op de robotica conferentie. ERA is eerder ook ingezet voor inspectie van een Soyuz lek.

Wordt het "HydroLaboratory" (de Russische aanduiding voor de Neutral Buoyancy Facility) in Moskou nog gebruikt?

De status daarvan is niet bekend, maar tijdens de operaties bleek dat nieuwe kosmonauten goed voorbereid waren. Daarbij hoort dat de kosmonauten in Orlan trainingspakken onderwater leren werken in gewichtsloosheid. Daarbij wordt het duikpak met gewichtjes in steekzakken uitgerust tot het onderwater stationair blijft hangen ("neutrally buoyant").

In hoeverre verschilt de NASA benadering van software ontwikkeling voor robotica van de ESA benadering?

Mij is gebleken dat de Amerikanen softwareontwikkeling voor exploratie in ieder geval anders aanpakken. Het NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) schrijft daarbij alle software voor Mars missies zelf en ruimt daarvoor erg veel budget in. In Europa moet het werk verdeeld worden over vele partijen. We overwegen nu om

een aparte computer voor de Sample Transfer Arm voor te stellen, want het is lastig dat JPL de software schrijft voor onze robot. Ze eisten dat omdat ze niet wilden dat anderen software schrijven die zal draaien op de computer van "hun" marslander.

Hoe lang kan ERA nog gebruikt worden?

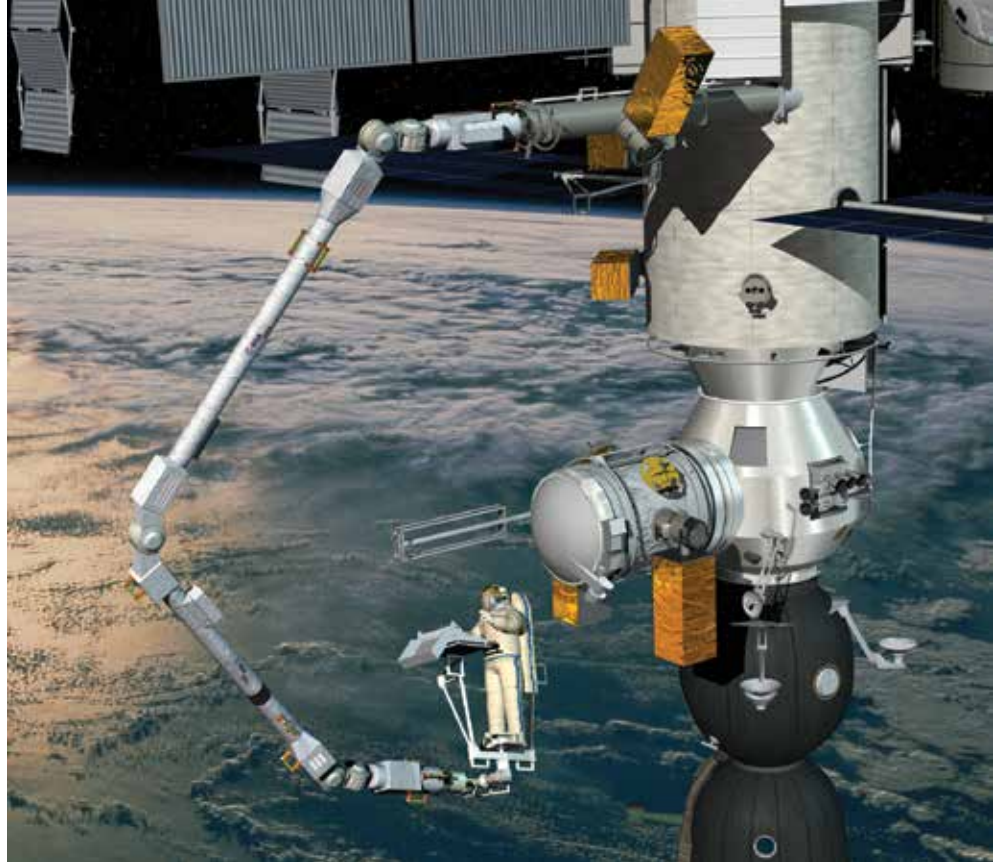
Roskosmos directeur Dmitry Rogozin kondigde aan het begin van 2022 aan het ISS snel neer te laten storten. Die tijd is gelukkig voorbij en de Russen willen naar verwachting in ieder geval tot 2028 meewerken aan het ISS. NASA wil tot na 2030 doorgaan met het ISS.

ERA rondleiding in het ESTEC Erasmus gebouw

Drie verschillende locaties relevant voor ERA operaties in het Erasmus gebouw zijn bezocht tijdens een rondleiding: de controleruimte voor operaties, de clean room van het Erasmus User Centre en de ruimte met de ERA MPTE (ERA Mission Preparation and Training Equipment) simulatoren, software tools en briefing-, training- en vergaderruimte.

Eerder was de Erasmus operations-room in gebruik voor operaties met het European Drawer Rack (EDR) en European Technology Exposure Facility (EuTEF) en bleek nu deels in gebruik voor ERA. Hoe lang blijft de ERA grond-operatiesruimte nog operationeel?

Dat is nog onduidelijk want er zijn verschillende ESA projecten die deze ruimte willen gebruiken. Eerder werd het gebruikt voor ISS missieplanning en bijvoorbeeld voor robotica-experimenteren in het Meteron project. In de toekomst is o.a. gebruik voorzien voor Artemis' Euro-



Links een "artist impression" die vele jaren is gebruikt en rechts de realiteit. [ESA/NASA/Roskosmos]

pean Service Module (ESM), Orion, en de Lunar Gateway met belangrijke Europese modules.

In de clean room staat een exemplaar van het ellebooggewricht, de ERA Control Computer (ECC) en de camera, zodat gewijzigde software op de echte hardware getest kan worden. Lodewijk Aris (betrokken via Terma) had eerder gedemonstreerd tijdens de ESTEC open dag hoe een filter door de kosmonaut kon worden vervangen. Welke ERA hardware was er nog meer nodig?

ERICA (ERA Iron Bird CLU Hardware Simulator) is een nieuwe opstelling die ook bij de ESTEC open dag te zien was in Erasmus. De opstelling wordt gebruikt voor training, softwaretesten en onderzoek. De simulatie van het krachtige zonlicht in de ruimte was niet geïmplementeerd. Daarnaast zijn er ook modellen van het gereedschap voor de kosmonauten en tijdens de open dag was er ook een laptop beschikbaar om de gebruikersinterface te laten zien voor de kosmonauten binnen het ISS.

In hoeverre wordt de ERA MPTE ruimte bij ESTEC nog gebruikt?

Een vergaderruimte en een trainingsruimte met ISS mockup was ook beschikbaar tijdens de voorbereiding en

operaties. Speciaal was een veelgebruikt opengewerkt educatief model van het end-effector grijpermechanisme. Dit is waarschijnlijk niet meer nodig als ook training in de toekomst online zal worden gegeven. Daarom zijn we nu aan het nadenken over een nieuwe locatie voor deze mockups, eventueel zelfs een museum.

Conclusies en vooruitzichten

De ASTRA presentatie werd afgesloten met een aantal conclusies. Deels hebben we ze besproken, maar kunnen deze samengevat worden?

Met de volgende conclusies ben ik geëindigd:

- De afhankelijkheid van temperatuur voor elektrische stroom in de motoren bleek groter dan verwacht.
- De beeldherkenningssoftware bleek parameters te bevatten die geoptimaliseerd moesten worden voor de lichtcondities in de ruimte.
- In een vervolg zouden het aantal hard gecodeerde parameters in de software verder geminimaliseerd moeten worden. Met name voor de inbedrijfstelling (commissioning) en verfijnen was het nodig om ze aan te kunnen passen.
- Een ruimterobot is een complex systeem en heeft ook veel commissioning tijd nodig. Soortgelijke ervaringen had Canada met hun Canadarm.
- Activiteiten door kosmonauten kunnen



langer duren dan gepland en vandaar dat alle taken die geen ruimtewandelingen vereisen afgerond moeten zijn voordat een ruimtewandeling start.

- Het grondsegment moet goed rekening houden met alle cybersecurity richtlijnen. Deze richtlijnen bleken een probleem nadat het grondsegment was gebouwd.
- Gedurende de inbedrijfstelling en operaties was de beschikbaarheid van kosmonauten voor ruimtewandelingen belangrijk, hetgeen extra vragen oproept voor het testen en gebruik van robots op Mars.

Alle afspraken die ESA in 1996 over ERA heeft vastgelegd met de Russen zijn nu nagekomen en dat vraagt ook om een vervolg, dat momenteel besproken wordt. De Russen zijn inmiddels eigenaar van ERA, maar zijn voor het grondsegment en voor complexe operaties aan boord nog afhankelijk van ESA. Zolang er nog samenwerking is voor het ISS zijn er in principe meerdere onderwerpen waarbij ondersteuning door ESA besproken moet worden. De source code van de software is niet meegeleverd want aanpassingen moeten zorgvuldig door ESA getest kunnen worden en levering is formeel aan restricties gebonden. Er zijn opties om de software te verbeteren en te vereenvoudigen. Hiervoor zijn concepten ontwikkeld en uitgewerkt met prototype software die ESA graag zou willen uit-

werken tot een goed product. De levering van een kleurencamera, actualisering van trainingsfaciliteiten (met softwaresimulatie en training in het Hydrolaboratory) zou ook een rol kunnen spelen.

In de ASTRA presentatie ging je in op de ontwikkeling van een Sample Transfer Arm (STA) voor een Mars Sample Return missie. Is daar nog Nederlandse betrokkenheid en inbreng van ERA kennis?

Helaas niet, de vele vertragingen hebben een negatief effect gehad op ruimterobotica ontwikkelingen in Nederland. Nederland heeft, met succes, de focus verlegd naar aardobservatie. In Zuid-Europa is er momenteel meer belangstelling voor robotica en daar wil men graag investeren in Mars en de Sample Transfer Arm. Zoals ook expliciet benadrukt bij ASTRA mist ESA nog expertise binnen Europa in kracht-koppelsensoren voor gebruik in de ruimte.

Bij de ASTRA presentatie bleek dat het ERA team veel complimenten had gekregen binnen ESA over het doorzettingsvermogen om het ERA project tot een goed einde te brengen. Airbus heeft de ERA partners ook apart bedankt met een Delftsblauw porseleinen aandenken. Ikzelf heb van ESA Directeur Generaal Josef Ashbacher complimenten gekregen in een prachtige e-mail die ik eigenlijk zou moeten inlijsten.

Wat ga je zelf de komende jaren doen?

Binnen ESA is de pensioengerechtigde leeftijd een gemiddelde voor Europa. Daardoor ga ik helaas, na twee contractverlengingen, in juni 2024 jonger dan gemiddeld in Nederland met pensioen en moet nog veel vakantiedagen opnemen. Een aantal taken heb ik al overgedragen waaronder de leiding voor de "Sample Transfer Arm" t.b.v. een Mars Sample Return missie. André Kuipers heeft zelfs gesuggereerd een boek over ERA te schrijven waarbij relatie met Russische ruimtevaart een belangrijke rode draad zou zijn in de vele avonturen en anekdotes.

Ik heb nog een aantal taken om ERA kennis over te dragen en te documenteren. Ik denk ook mee over potentieel vervolg in de hoop dat de situatie rond Rusland internationale samenwerking beter mogelijk maakt. Daarnaast ben ik me aan het voorbereiden op nieuwe functies waarvoor veel ervaring nodig is. Zo volg ik een cursus voor raden van commissarissen en raden van toezicht. Heel interessante casussen bestuderen we. Zo woonde ik jarenlang in de buurt van het Ajax stadion en we hebben bijvoorbeeld de teloorgang van Ajax behandeld en welke dilemma's de Raad van Commissarissen moest aanpakken. En na vele jaren werkzaam te zijn geweest in de ruimtevaart ben ik nu ook lid geworden van de NVR zodat ik ruimtevaartontwikkelingen kan blijven volgen.



Rond de maan

In memoriam Frank Borman (1928-2023)

Piet Smolders

Op 10 februari 1969 zat ik in een eerste klas coupé in de sneltrein tussen Den Haag en Rotterdam. En naast me zat de man die anderhalve maand eerder als commandant van Apollo-8 voor het eerst rond de maan was gevlogen: Frank Borman. Hij had toen Jim Lovell en William ("Bill") Anders naast zich. Astronaut Anders was degene die de beroemde foto maakte van de aarde, opkomend boven de rand van de maan.

Wie niet meer zo piepjong is herinnert zich dat het met Kerstmis 1968 was, circa 55 jaar geleden. En de drie astronauten

lazen ons beurtelings voor uit het Oude Testament: "In den beginne schiep God de hemel en de aarde. De aarde nu was woest en ledig, en duisternis lag op de vloed, en de Geest Gods zweefde over de wateren. En God zeide: er zij licht; en er was licht." Nadat ze alle drie een stukje hadden voorgelezen eindigde Frank met de woorden: "And from the crew of Apollo-8 we close with good night, good luck, a "Merry Christmas" and God bless all of you, all of you on the good Earth."

In de sneltrein mocht ik Frank Borman en zijn vrouw Susan, die tegenover hem zat, kort interviewen voor mijn boek "Ameri-

kanen op de maan", dat zou verschijnen op de dag dat de eerste mensen die op de maan landden (Apollo-11!) op aarde terugkeerden: dat was op 24 juli 1969. Mijn held Frank Borman overleed 7 november jl. op de gezegende leeftijd van 95 jaar.

Pas onlangs vernam ik dat de astronauten tijdens die mooie kerstnacht een traditionele vredeswens hadden willen uitspreken, maar dat werd door NASA niet erg kiesgeacht: de Amerikanen waren immers tegelijkertijd drukdoende in Vietnam.

Frank Borman werd geboren op 14 maart 1928 in Gary, Indiana. Op jeugdige leeftijd al sukkelde hij voortdurend met neus-, keel-,



en voorhoofdsholte-aandoeningen. En de koude winden, die door de woonplaats van de Bormans aan het Michiganmeer joegen, verergerden de kwaal alleen maar. Op advies van hun dokter verhuisden de ouders van Frank naar het warme Tucson in Arizona. Daar was Frank snel over zijn kwaal heen. Hij doorliep de middelbare school en beëindigde in 1950 de Westpoint Militaire Academie. Meteen daarop liet hij zich keuren voor de vliegeropleiding op Williams Air Force Base in Arizona. Hij werd goedgekeurd. Na zijn opleiding vloog hij in verscheidene squadrons in de VS en op de Filipijnen. Zijn carrière leek echter plotseling te eindigen toen tijdens een snelle duik met een straaljager het trommelvlies in zijn linker oor scheurde. Hij mocht niet meer in een vliegtuig zitten, zelfs niet als passagier. Maar tegen alle verwachting in genas het trommelvlies en slaagde Borman er zelfs in door de zware keuring voor astronauten heen te komen. In 1962 werd hij opgenomen in de tweede groep van NASA astronauten. Op 4 december 1965 ging hij eindelijk de ruimte in en wel in het gezelschap van Navy-piloot Jim Lovell, die later ook met hem om de maan zou vliegen. Hun ruimteschip Gemini-7 en de Gemini-6 met Wally Schir-

ra en Tom Stafford, die tegelijkertijd in de ruimte waren, naderden elkaar en vlogen neus aan neus op minder dan een meter afstand: het eerste rendez-vous van twee bemande ruimteschepen. De belangrijkste opgave van Gemini-7 was echter: twee weken in de ruimte blijven om te bewijzen dat een vlucht naar de maan en een kort verblijf daar geen probleem vormden. Op 18 december pas keerden Borman en Lovell terug. Het was gelukt, maar gemakkelijk was het niet geweest. Later zei Borman daarover: "Stel je voor dat je twee weken in je lange ondergoed moet zitten in een ruimte die niet groter is dan de twee voorstoelen van een VW kever en dat samen met een zeeman!" Tien jaar later was Borman, met dezelfde "zeeman" Lovell en rookie William Anders volop in training voor Apollo-8. De eerste bemande Apollo (Apollo-7) had intussen ruim tien dagen om de aarde gevlogen en de bedoeling was dat tijdens Apollo-8 de lunar module voor het eerst in een baan om de aarde bemand zou worden getest. Maar de maanlander was nog niet klaar! Dus het leek opnieuw een vlucht in een baan om de aarde te worden met alleen het moederschip, de combinatie van commando- en servicemodule. En er was

nog een ander "probleem". In september en november van 1968 hadden de Russen hun onbemande Zond-5 en Zond-6 achter de maan om gestuurd en vervolgens weer geborgen na hun terugkeer op aarde. Het was duidelijk dat dit bemanbare ruimteschepen waren. De Amerikanen wilden de primeur van een bemande vlucht om de maan heen niet uit handen geven. En zo werd pas kort voor de vlucht van Apollo-8 besloten dat Borman, Lovell en Anders een reis richting maan zouden ondernemen. Eenmaal bij de maan bleek de aarde voor de astronauten veel interessanter dan hun reisdoel. Borman zei daarover: "The view of the Earth from the moon fascinated me: a small disc, 240.000 miles away... Raging nationalistic interest, famines, wars, pestilence don't show from that distance." Na zijn historische vlucht maakte Frank bij diverse gelegenheden zijn persoonlijke gevoelens nog duidelijker: "When you are finally up on the moon, looking back at the Earth, all those differences and nationalistic traits are pretty well going to blend and you are going to get a concept of that maybe this is really one world and why the hell can't we learn to live together like decent people?" Die vraag blijft actueel.



Geheel links: terwijl de fotografen elkaar verdringen zitten Frank en Susan Borman met de schrijver in de trein tussen Den Haag en Rotterdam. [USIS] Links: de legendarische foto "Earthrise", gemaakt door William Anders tijdens Apollo-8. Lovell maakte cameraman "Bill" erop attent en Borman schertste: "Dat hoeft niet, want dat is niet gepland." [NASA] Rechts: een eeuw na Jules Verne's boeken "De la terre à la Lune" en "Autour de la Lune", maakte Apollo-8 de maanreis werkelijkheid. Ook Verne's ruimteschip had drie mannen aan boord, werd vanuit Florida gelanceerd en landde in de oceaan om door een Amerikaans schip te worden opgepikt. Dit schilderij is een kleurenversie van een pagina uit Verne's boeken, geschilderd door Piet Smolders.

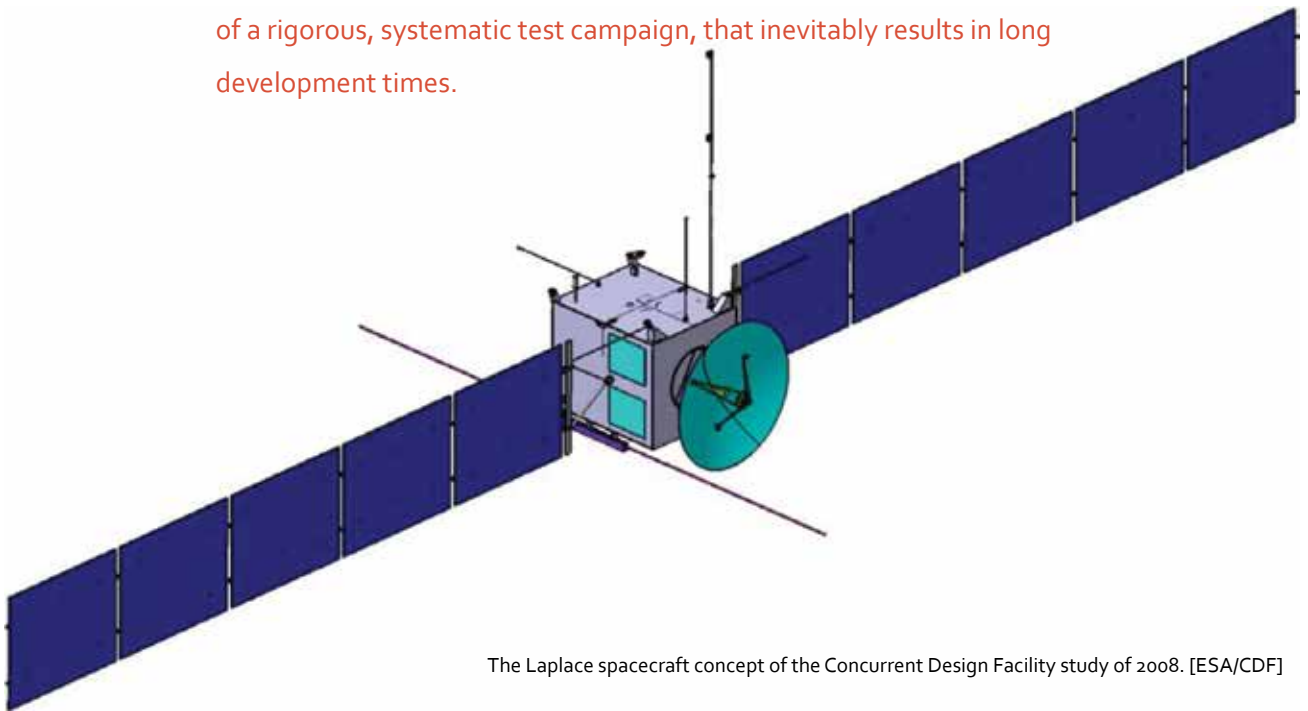




JUICE, the long road to a successful launch

Alessandro Atzei

The development of space missions can take decades, especially in the case of complex spacecraft like JUICE that go to challenging environments such as Jupiter. Understandably, people often ask *why* it takes long to get large space missions to the launch pad. This article explains why these missions require time and shows the importance of a rigorous, systematic test campaign, that inevitably results in long development times.



The Laplace spacecraft concept of the Concurrent Design Facility study of 2008. [ESA/CDF]

First, it takes a long time to study a mission like JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer), to bring it to the point where the spacecraft can be developed in detail and built. Early feasibility studies for Jovian exploration were drafted in 2003, leading to the Laplace concept in 2008 and to the final JUICE concept established in 2011. This requires a sequence of increasingly detailed studies, aimed at identifying the baseline design of the spacecraft that can achieve the science goals that the scientific com-

munity has set.

These studies also provide another key contribution: the identification of the enabling technologies for these missions. In case of JUICE, examples are:

- Special solar cells, capable of providing high efficiency in the very low temperature and low intensity illumination conditions of the Jovian system;
- The development of radiation models to understand the behaviour of components and materials in the very harsh radiation near Jupiter;

- Identification of shielding methods and materials best suited to protect the electronics against the radiation dose exceeding gigarads;
- Development of autonomous navigation systems, allowing the spacecraft to verify its trajectory in case of loss of communications with the operators during critical manoeuvres.

These and more developments are then started early, to ensure that they will be available on time for the actual space project, years later.



Top left: integration of harness on the spacecraft Engineering Model. [Airbus Defence and Space] Top right: initial assembly showing the JUICE structure. [Airbus Defence and Space] Bottom: unboxing of JUICE after arrival at ESTEC. [ESA/ADS]

However, this is just the start; once the baseline mission design is established, a feasibility phase (also known as Phase A) is started in which two competing companies start to work out the design in more detail, to see if the mission goals can be achieved within time and budget. In parallel, the instrument teams start the development of their instruments. Once the best spacecraft design is selected, after a process that may take several years, the preliminary design phase (also called phase B) is started for

the spacecraft. For JUICE the lead of the development, the so-called Prime Contractor role, went to the large aerospace company Airbus. Spacecraft and instruments go through these key development milestones:

1. The System Requirements Review (SRR).
2. The Preliminary Design Review (PDR), which concludes the Phase B.
3. The vital Critical Design Review (CDR), where the formal go-ahead for the production of the actual flight hardware is

given. This review concludes the Definition phase (Phase C) and kicks off the Phase D, the Qualification/Verification and Production phase. In the Phase C, so-called Engineering Models (EM) of equipment and instruments are tested and delivered to the EM of the complete spacecraft, after which the long campaign of functional testing starts. This is when all EM units (subsystems and instruments) are tested together in a realistic manner (EMs are only used for testing; they are not of the



Top left: JUICE shortly after arrival in ESTEC, being readied for testing. [ESA/Airbus Defence and Space] Top right: preparation of JUICE for thermal vacuum testing at ESTEC. [ESA/ADS] Bottom: the spacecraft in the Large Space Simulator in ESTEC, during an illumination test. [ESA]

required quality for actual use in space). With the successful JUICE spacecraft CDR in March 2019, the Assembly, Integration and Testing (AIT) phase, called Phase D, of the actual Flight Model (FM) hardware started in earnest. All electronic units underwent a full test campaign, including mechanical, thermal-vacuum and ElectroMagnetic Compatibility (EMC) testing and a vast array of functional tests. For JUICE, this took approximately three years, after which the units were incorporated into the FM spacecraft, a process that took place during the difficult COVID years from 2020 until 2022.

The vital Thermal Balance & Thermal Vacuum Test (TBTv) at spacecraft level took place at ESA's ESTEC centre in the summer of 2021. Following this, the spacecraft was handed over from the Airbus team in Friedrichshafen to the Airbus team in Toulouse for final assembly and the remaining major tests (mechanical, EMC, functional and one more TV test). These tests of the full spacecraft ProtoFlight Model (PFM) were completed in late 2022, after which the spacecraft was prepared for the transport to Kourou (February 2023) to start the launch campaign, in which the final touches and inspections

were made on the spacecraft, followed by the final set of tests to ensure all was working perfectly.

The preparations for all these tests and the complex interactions between spacecraft, subsystems, instruments and their respective software at both EM and FM level requires very complex planning, especially when anomalies are found: an anomaly in one area will likely affect all the other activities, requiring flexibility and quick reactions from all parties.

To illustrate the importance of these tests, the following problem occurred between the JUICE Thermal Balance and



Left: JUICE being encapsulated into the Ariane 5 fairing. [CNES/Arianespace] Right: JUICE is launched. [CNES/Arianespace]

Thermal Vacuum (TBTv) test and the EMC campaign. During the JUICE thermal vacuum campaign in June 2021, at the coldest temperature, one unit did not switch on when it was commanded to do so, despite various attempts. However, at higher temperatures it worked without a problem. This puzzling behaviour was not caught during the unit level tests and needed to be understood. A decision had to be taken: is this an anomaly that can be accepted because it is merely an inconvenient quirk or is action needed? Well knowing that action would require dismounting of the unit from the space-

craft, in a very time critical phase of the project, this was a decision not to be taken lightly. A detailed investigation of the unit by the manufacturers and specialists from ESA and Airbus was started, to identify the source of the problem without dismounting the unit. It required tests on spare units and in-depth analysis to reproduce the behaviour. Several months later, the origin of the problem was found and confirmed: this was no quirk, but a design error. It became clear that repair of the actual flight unit was needed to avoid a possible failure in flight.

This triggered a collaborative activity between all involved parties (the organisation responsible for the unit, ESA and Airbus) to identify the right time at which this repair activity could be performed. A short period was found that had the least disturbing effect on the spacecraft development schedule, just after the spacecraft mechanical tests and before the EMC campaign in 2022. The unit was removed from JUICE and shipped to ESTEC, where a small group from various organisations dedicated their summer "holidays" to the repair and testing of the unit. While performing the repair, it



Another view of the launch. [CNES/Arianespace]

became clear that had this activity not been performed, thus if the problem had been dismissed as a mere inconvenience, the unit would have failed shortly after launch. This confirmed the correctness of the decision to repair the equipment. Despite the high complexity and risk (JUICE was left with a gaping hole, so the unit had to be returned in record time), the repairs were performed in time and the flight model was shipped back to Toulouse and re-integrated in time for the spacecraft EMC campaign. Thanks to the test process and the dedication of the involved parties, the unit is now functioning nominally and can look forward to a successful mission.

This shows the importance of systematic testing at not only unit level, but also at spacecraft level; to identify critical issues that once launched cannot be fixed. Even though most defects are found during the unit test campaigns, important issues are

sometimes only found at fully representative conditions at spacecraft level testing. This last point is fundamental for ensuring that all systems are working properly. Not doing so can lead to extremely serious problems. Because, as the cliché goes: once launched, you cannot park an interplanetary mission and call for repairs.

Despite the challenging conditions for the project (a very large spacecraft, subjected to a very challenging environment that includes extreme radiation doses, both very cold and hot conditions, large distances from Earth, requiring the work of more than 2000 people in Europe, the United States, Israel and Japan during the full COVID epidemic), JUICE was completed within a year of the original launch date set at the beginning of the JUICE Phase B in 2012.

All required tests were successfully performed at an extremely high working pace, allowing the launch of JUICE on the

14th of April 2023. After a record Launch and Early Operations Phase (LEOP) of less than two days, the commissioning of JUICE was started. This final step before the start of the long voyage to Jupiter went smoothly, with the exception of the very tense deployment of the RIME radar antenna, but that's a story for another time.

As a result of all the people involved in the detailed design, meticulous development and systematic testing of both spacecraft and instruments, JUICE is now on its way to Jupiter (see also Ruimtevaart 2023-2), in perfect shape to face the eight year-long voyage of six billion kilometres, after which the real mission starts: to unravel the secrets of Jupiter and its Icy Moons.

The author was leading the feasibility studies that led to the JUICE concept, and later became Payload System Engineer in the ESA JUICE project team.

SPACE LIFE

THE DUTCH SPACE FASHION COMPANY

10th YEAR
ANNIVERSARY !!

50% DISCOUNT !!

USE CHECKOUT-CODE:

NVR2324SL

WWW.SPACELIFE.NL



RECCO



The overview effect

ISU Space Studies Program 2023

Francesa van Marion, Kim Regnery

SSP is the Space Studies Program, one of the programmes the ISU (International Space University) offers. The programme runs over the summer (~July-August) every year in a different location around the world. This year, it was held in São José Dos Campos, Brazil. The hosts were ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) and INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Space for Diversity

The Space industry is smaller than we think and keeps showing itself as more diverse than ever before. The impression people have of 'space' is that it is a highly technical field only accessible to those who call themselves rocket scientists. In reality, space is an industry for all pro-

fessions. We need lawyers, managers, creators, doctors, and other professionals beyond engineers. This is one of the critical things we learned at SSP this year. The 'Stichting Space Professionals Foundation', SSPF, sent five NL-connected participants to SSP this year. We relied on their support as the cost of joining SSP is

high. They support different short-duration educational programs through financial means to allow space professionals in the Netherlands to take part. Our group consisted of young professionals but also students and recent graduates. We are on a space journey in our domain, which we now continue beyond ISU.



Left: Wooden shoes were of course present during the Dutch presentation at the culture night, at which each country presents itself with a small act or comic presentation. Right: even though we live our individual lives, the friends you meet can be for life and there are many events to reunite at. This image shows the Dutch delegation reuniting at the NVR Galaxy Gala in October 2023!

The following parts of this article will briefly describe our experience at SSP23 and hopefully convince you to participate in next year's edition!

Experiences beyond borders: everything about the programme, activities and more

Summarising SSP into a few paragraphs is a challenge. We do our best to do so by breaking it down into three phases: the core lectures phase, the departments phase and finally, the team projects phase. Each has its learning outcomes and they build on each other as participants move through the programme. To explain the phases further and link them with the other activities planned as part of SSP, we will tell the story (granted, a short version of it) of our SSP chronologically.

When we first arrived, we were welcomed by staff who introduced us to everything we needed to know for the coming nine weeks. Welcome dinners, brunches and opening ceremonies followed. Then came the first intense three weeks of the programme filled with core lectures, 55 of them to be precise, which covered all seven disciplines ISU identifies in the space industry. This means lectures covered engineering, science and space applications, as well as management and

business, policy, economics and law, human performance in space, and humanities. By the end of these three weeks all participants, no matter their background, are armed with sufficient knowledge from all disciplines to pass the quizzes and assignments.

The academic lecture schedule is a balanced mix of afternoon workshops in team building, evening distinguished lectures and networking events. Some of the most notable lectures were those given by astronauts, as well as panels on women in the space industry and even presentations from members of the Russian and Chinese space industries, moving the focus away from the US space industry. We also had the opportunity to have an exchange with an astronaut stationed

on the ISS. Houston connected us and we were allowed to ask a few questions and include some of the local children and students who joined the event to inspire them.

In the next phase, each participant chose a department, meaning one of the seven disciplines to focus on over the course of three weeks. Much of the department phase consists of professional visits specifically related to the discipline. This could be excursions to local education centres as part of the humanities department or to the athletics centre for those who joined the 'human performance in space' department. Some departments also visited Embraer and many of the INPE facilities around the country.

Stichting Space Professionals Foundation

The International Space University (ISU), one of the world's leading institutions of space focused higher education, offers several programs annually dedicated to the development of space for peaceful purposes. The authors, who participated in the program due to generous financial support by the Stichting Space Professionals Foundation (SSPF), share their unique experience in this article. For more information on SSPF and their funding opportunities, see <https://www.sspf.nl>. For details on upcoming ISU programs please visit <https://www.isunet.edu>.



ISU participants during an excursion in Brazil.



Group picture of all the participants to the Summer Session Programme 2023 at São José Dos Campos, Brazil.



Left: the Christ the Redeemer statue in Rio de Janeiro. Middle: the Dutch participants during the opening ceremony; from left to right Tobias van Bommel, Nigel Drenthe, Kim Regnery, Ayberg Dulgeroglu, Francesca van Marion. Right: the Summer Session program 2023 mascot, a Capybara, in front of the busses that were especially painted for the ISU Summer Session in Brazil.

Finally, we spent our last three weeks focussing on our team projects, where we were divided into four groups of roughly 20 people each. The projects this year were Water Security, the Metaverse, Space Situational Awareness and Smart Cities. This was a challenging experience, which pushed participants to meet limits they didn't know they could reach. The result for each project consisted of a collectively written report and presentation. Most teams get the opportunity to present papers at conferences after the SSP

and thus contribute to new knowledge in academia.

By the end of SSP, you feel like you have lived a year's worth of experiences in only two months. Time has become a concept you are unsure of, and relationships become building blocks that form your future career.

Brazil as a global player in the space industry

The host of this year's Space Studies Program was the colourful country of Brazil,

with the advanced and flourishing city of São José dos Campos as our base. The local organising committee's impeccable execution of this nine week program was a testament to their decade-long anticipation for an SSP in Brazil. Their warm embrace and meticulous planning ensured a memorable and unique experience for all participants.

While Brazil may not immediately spring to mind when one thinks of the space industry, the reality is quite different. Brazil has been making significant strides in



Busses of the city of São José Dos Campos were especially painted for the ISU Summer Session in Brazil.

space exploration and technology, steadily positioning itself as a noteworthy player on the global stage with connections to many countries and agencies.

During our time in Brazil, we were treated to a multitude of awe-inspiring experiences that showcased the country's unique charm. Local events left a mark on us as well as the local community. One occasion that stood out was the astronaut panel, where thousands of enthusiastic Brazilians gathered to gain inspiration from the visiting astronauts invited by the ISU.

Additionally, the city of São José dos Campos went above and beyond by wrapping six of their public transport busses in the style of the SSP, providing all participants with a memorable tour to the welcoming brunch on the first day. Before the brunch, the local organising committee orchestrated a capoeira session in a local park, offering us a vibrant taste of Brazilian culture and a heartfelt welcome.

In every aspect, Brazil's involvement in SSP left an lasting mark on all involved. The combination of warm hospitality, cultural richness, and space industry growth was genuinely inspiring. Brazil's emergence as a global player in the space industry is a testament to its dedication, and it is a narrative that should be celebrated and recognised internationally.

The overview effect

The overview effect refers to a shift in the mind that can be experienced by some astronauts when they witness Earth from space. It encapsulates the transformation in perspective, where conventional borders lose their significance. The Earth is perceived as a small, fragile ball within a vast and incomprehensible universe. The conflict and crisis on our planet that divide people and nations become less essential and can even be seen as insignificant to some.

During the nine week journey at SSP, the participants feel their own version of such an effect. This sounds dramatic, but transitioning from 85 individuals with no prior connections and diverse backgrounds to becoming a cohesive and tight group of friends fosters unexpected and profound bonds. After a few weeks at SSP, the focus shifts from recognising differences to celebrating shared traits and interests. You begin connecting over hobbies and ideas and can learn about each other's countries. By the time the programme concludes, the connections stay strong as you went through the same programme together and shared inspiring and unique experiences. Differences in culture and background began to blur, and you realise you have friends for life.

Similarly, just like astronauts experience

the overview effect from space, at SSP, the lines between nations fade as participants walk into the closing ceremony behind the ISU flag, instead of their national flags.

How can you join next year?

The upcoming Space Studies Program will happen in Houston, Texas, from 8 June to 3 August 2024, hosted by Rice University and NASA's Johnson Space Center. This centre serves human spaceflight operations and was instrumental in some of the most impressive missions in history. From overseeing the Apollo program, which resulted in several moon landings, to its pivotal role in the Space Shuttle era, the centre has been at the forefront of space exploration. It continues to be an essential place for the development and operation of the International Space Station (ISS), exemplifying international cooperation in space.

The application for this next SSP is already open, and the first deadline is 31 January. Make sure to apply early to secure scholarship opportunities such as from SSPF, for which the deadline is 1 April 2024.

If you want to understand the space industry better than ever and are ready to connect with individuals you didn't expect to cross paths with, a great opportunity awaits you!

Ingenieur in de ruimte

Piet Smolders

Hij was nog maar zestien toen hij in 1942 door de Waffen SS in Voronez gevangen werd genomen als koerier van het Russische leger en neergeschoten door een Duitse officier. De kogel ging door zijn kin en hals maar bleek niet dodelijk. De jongeman hield zich muisstil tot de Duitsers uit de buurt waren en wist zijn kameraden weer te bereiken.

Na de oorlog ging hij studeren aan de Moskouse Bauman Hogere Technische School en werd ingenieur. Zijn naam: Konstantin Feoktistov. In 1955 ging hij werken op het constructiebureau (KB) van de befaamde hoofdconstructeur Sergei Koroljov. Hij raakte nauw betrokken bij alle belangrijke Russische primeurs op het gebied van de bemande ruimtevaart. Feoktistov was mede-ontwerper van het eerste

ruimteschip, de Wostok. Vervolgens was hij deel van de bemanning van het eerste driepersoons ruimteschip Voschod. Hij was mede-ontwerper van de – nu nog gebruikte – Sojoez en van de ruimtestations Saljoet en Mir. En Feoktistov was de enige Sovjet kosmonaut die geen lid was van de communistische partij. “Dat klopt. Maar ik moet zeggen dat het me niet hinderde.”

Ik ontmoette Feoktistov in juni 1995 in het culturele centrum van het Moskouse wijkje nabij de televisietoren waar de meeste civiele ruimtevaarders wonen. Hij zag er uit als een typische Russische intellectueel. Hij was toen al gepensioneerd bij het KB en was nog actief als hoogleraar op “Bauman”.

“Mijn eerste project was de Wostok. Koroljov moest natuurlijk de tijdplanning

en de doelen aangeven. Hij gaf bijvoorbeeld aan dat de bemande test rond 1960 zou moeten plaatsvinden. Hij kwam in de lente van 1958 met voorstellen hoe dat te doen, een ruimteschip bouwen waarin een mens zou kunnen vliegen. Er werd door drie constructiebureau's onderling om gestreden, maar het werd al gauw duidelijk dat Koroljov de beslissende stem had. En bovendien hadden we belangrijke mensen aan onze kant. Binnen het centraal comité van de partij was er een groep die zich met ruimtevaart bezig hield. Natuurlijk oefenden ze ook wel druk uit op ons. Ze wilden bijvoorbeeld steeds dat we meer aandacht besteedden aan defensie vraagstukken, dat we ons bezig zouden houden met spionagekunstmanen. Maar ondanks dat gaven ze ons veel steun.”



Prof. dr Konstantin Feoktistov tijdens het interview in juni 1995. [Piet Smolders]



De bemanning van het eerste driepersoons ruimteschip Wladimir Komarov (commandant), Boris Jelenin. [Novosti Press]

Het Wostok-ontwerp als een bol, was dat uw idee? Want de Amerikanen hadden een heel ander concept: een kegel met een hitteschild.

"In het algemeen kan ik zeggen dat het mijn idee was, maar het ontstond niet uit het niets. Het hoofdprobleem was de bescherming tegen hoge temperaturen tijdens de terugkeer. U weet natuurlijk dat er bij deze hoge snelheden tijdens de terugkeer in de atmosfeer een drukgolf ontstaat. Bij de afremming ontwikkelt zich een temperatuur van duizenden graden. Het ging er dus om je tegen die verhitting te beschermen. Het was duidelijk dat een halve bol een goede benadering was om dat te kunnen opvangen. En naar een hele bol was nog maar één stap. Dat is zo triviaal dat elke ingenieur dat begrijpt. Hij begrijpt ook dat een bol gemakkelijk valt te berekenen. Die vorm gaf ons heel veel en we verloren niet veel tijd aan het ontwerpen. De bolvorm was ons theoretisch goed bekend en ook het proces van warmte-absorptie in de atmosfeer."

Ik heb gehoord dat u niet erg voor de Voschod was. Wostok had al gevlogen, Sojoez werd ontworpen. Waarom nog tijd verliezen aan de Voschod die in feite een slordig aangepaste Wostok was?

"Dat klopt. Bij de Wostok hadden we een goed reddingssysteem in de vorm van een

schietsstoel. Tussen vier en tien kilometer hoogte hadden we een goede ontsnapingsmogelijkheid. En tijdens de tweede fase van de vlucht hadden we de mogelijkheid de bol af te scheiden en normaal te laten terugkeren. Vanaf tien kilometer tot aan het einde van de eerste trap was het niet zo optimaal maar we hadden tenminste iets. Vanuit de Voschod drie mensen catapulteren was niet mogelijk. En een systeem voor zachte landing maken zoals bij Mercury, Gemini en Apollo en later bij de Sojoez was ook niet mogelijk, uitgaande van de Wostok. In principe wel, maar daar hadden we de tijd niet voor. Koroljov overtuigde mij echter toen hij voorstelde dat ik zelf aan boord van de eerste Voschod zou vliegen. Daarna vloog er nog een tweede

exemplaar van waaruit Leonov zijn eerste ruimtewandeling maakte. Maar ik was toen nog steeds tegen voortzetting van dat programma. Er was zelfs een plan om een Voschod een maand te laten vliegen met kunstmatige zwaartekracht. Het ruimteschip zou aan een lange kabel roteren, verbonden aan de laatste rakettrap. Maar daar zag ik helemaal niks in. Natuurlijk waren er mensen die dat wilden, maar op dat moment hoefde ik niet alleen maar met Koroljov te debatteren. Ik kon na mijn vlucht mijn bekendheid en invloed gebruiken om dat te voorkomen.

Natuurlijk was er wel iets gedaan aan de veiligheid van de Voschod en er was een tweede remraket bovenop geïnstalleerd. Maar die kon ons alleen maar helpen in



ruimteschip Voschod. Van links naar rechts: gorov (arts) en Konstantin Feoktistov (inge-



Het interieur van de Voschod, in feite een Wostok waarin de grote schietsstoel vervangen was door drie krappe zeteltjes. De bemanning moest naar links op de instrumenten kijken, want die waren op dezelfde plaats gebleven. Drukpakken konden vanwege de krappe ruimte niet worden gedragen. [Novosti Press]



Proefopstelling van de Russische maanraket N-1, eind jaren zestig op de basis Baikonor in Kazachstan. [TASS]

een baan om de aarde. Op lager niveau was er geen ontsnappingsmogelijkheid.”

Welke rol speelde u in het N1/L3 project dat een man op de maan moest brengen?

“Hoe zal ik u dat zeggen? Vanaf het begin stond ik er afwijzend tegenover. Dat zat hem in het feit dat de raketparameters niet juist waren gekozen. In het begin hield een andere groep zich daarmee bezig, die van Maximov. Onze groep

werd gevraagd een vlucht rond Mars te ontwerpen. De vlucht naar de maan sprak mij niet zo aan omdat de N-1 raket maar 75 ton in een lage baan om de aarde kon brengen. Maar de vlucht om de maan heen viel wel binnen mijn competentie. Toen al vond ik overigens dat we beter konden gaan beginnen aan een ruimtestation in een baan om de aarde.

In 1964 stelde Mishin, de latere opvolger van Koroljov, voor het Amerikaanse schema te gebruiken: naar een baan

om de maan en daar een deel van het apparaat afscheiden om te landen. Met een enkele lancering zou zo de opdracht kunnen worden uitgevoerd. Maar ik vond dat 90 ton nuttige last te weinig was. De Amerikanen gingen immers uit van 120 ton in een baan om de aarde. En wij bouwden alles nog zwaarder dan de Amerikanen. Ik was daar niet voor en er waren voortdurend conflicten over onze opzet. Na mijn vlucht in oktober 1964 ging ik weer aan het werk. Het belangrijkste voor ons was toen de Sojoez, waarvan het ontwerp al bevroren was. Maar ook moest ik me natuurlijk toen binnen het maanproject gaan bezighouden met het ruimteschip gedeelte (*dus niet met de maanlander-PS*). Ik vond: het zit er energetisch niet in. We moeten 120 tot 130 ton hebben, terwijl we met alle wijzigingen aan de raket niet verder kwamen dan 90 ton.”

Toen u met de Sojoez begon, zag u dat ruimteschip toen als deel van het maanvoertuig of primair als transportschip voor een ruimtestation?

“Zoals altijd zijn er twee kanten. Al toen we aan de Wostok werkten beseften we dat we niet moesten wachten tot het einde van dat project, maar dat we al vroeg aan de volgende stap moesten beginnen. En daarbij moesten we in de gaten houden dat sommigen zeiden naar Mars en anderen naar de maan. En we spraken ook over een ruimtestation. Nu, we werden het er niet over eens. Waar we het wel over eens waren: rendez-vous en koppeling zullen een hoofdrol spelen in welk project dan ook. Dus in 1959 besloten we ons daarop te gaan richten. We begonnen met de theorie. We moesten leren elkaar vanaf tienduizenden kilometers tot op de millimeter te naderen.

In het begin wilden we die opgave oplossen op basis van de Wostok. Maar daar kwamen we snel van terug en we zeiden: laten we een ruimteschip maken dat geschikt is voor rendez-vous en waarmee we ook de maan kunnen omvliegen. Dat werd de Sojoez. Met behulp van een extra rakettrap wordt het geheel in een baan om de aarde gebracht. We begonnen zo’n project op te zetten, maar het werd duidelijk dat ons KB het niet alleen kon trekken. Het ruimteschip zouden wij wel kunnen maken, maar de rakettrap zou bij de fabriek in Krasnojarsk moeten worden gemaakt. Wij zouden het deel

maken dat in een baan om de aarde zou vliegen."

Koroljov's concurrent Tselomei was toch ook bezig??

"Ja, Tselomei ook. Maar hij had juist problemen met het ruimteschip. Wij stelden onze Sojoez voor, met onze geplande Block D trap en dan het geheel op de Proton raket van Tselomei te zetten. En juist in die periode, in 1966, stierf Koroljov.

Ons werd voorgesteld het besturings-systeem te ontwerpen voor de terugkeer met de tweede kosmische snelheid. Maar toen kwamen er politieke problemen. De zaak werd vertraagd en de Amerikanen vlogen als eersten om de maan met Apollo-8. Toen had het niet veel zin meer voor ons om verder te gaan."

Toen het maanproject N1/L3 project gestopt werd, was u er toen voor om dat te doen of om door te gaan?

"De situatie was gewoon feitelijk zo dat ons totale maanschip zwaarder was dan wat de raket in een baan om de aarde kon brengen. De officiële beëindiging van het project had te maken met het feit dat er drie lanceringen mislukt waren. Maar zelfs als die gelukt zouden zijn was er niets goeds uitgekomen. Daarvan ben ik overtuigd. We hadden eenvoudig geen stuwkracht genoeg.

En het principe was verkeerd om één mens op de maan te laten landen. Dat leek me erg riskant. Vooral omdat we toen nog niet wisten hoe het de Amerikanen was vergaan. Die man gaat naar buiten bij een zwaartekracht. Het zou voldoende zijn om een keer te vallen en afgelopen uit!"

Wat zeiden de kosmonauten daar zelf van?

"Die waren bereid alles te doen. Die hielden hun mond dicht. Die waren met elkaar in concurrentie. Daar viel niks serieus van te verwachten."

Maar u was wel altijd al een voorstander van een ruimtestation in een baan om de aarde?

"Hoe u dat te zeggen? Ik begreep dat we datgene moesten doen wat binnen onze vermogens lag. Het was verstandig zoiets te doen en niet naar Mars bijvoorbeeld. Dat neemt al gauw drie jaar in beslag. En dan moet je eerst maar eens leren drie jaar om de aarde te vliegen. Het ruimte-



Artistieke impressie van de eerste Rus op de maan. De hoepel moet voorkomen dat de eenzame kosmonaut op zijn rug valt. [Schilderij door Piet Smolders]

station was een logische eerste stap, die ons ervaring en winst kon opleveren."

U was ook niet erg voor het Russische ruimtevliegtuig, de Boeran?

"Voor die shuttle was ik niet. De shuttle was een principiële domheid! Maar die beslissing werd genomen op het hoogste niveau, op dat van Brezjnev. En die moest gewoon worden uitgevoerd. Dat was natuurlijk een militaire beslissing. Zij wilden met hun piloten deelnemen aan een project met vleugels. Maarschalk Grechko zag die "verschrikkelijke oorlogsmachine" die de Amerikanen bouwden. Ik kende hem niet zo goed, maar hij was geen doerák. (Russisch voor een dom iemand-PS.) Hij had een goed stel hersens. Dus die militairen gingen naar Ljonja (Brezjnev-PS), die altijd nauw bij het militair-kosmische complex betrokken was geweest. En ze zeiden: Kijk toch eens wat de Amerikanen doen en wat wij nalaten! En Brezjnev zei: Dan moeten wij dat ook doen! En de hoofdconstructeurs hadden hun leven lang geleerd dat er met de secretaris-generaal niet te spotten viel. En dus begonnen ze die stomme zaak uit te voeren.

En ons maar vertellen dat dat ontzettend belangrijk en nodig was en van groot militair belang. Wat kan het militair belang zijn van een machine die je maandenlang startklaar moet maken? En kijk eens naar de Amerikaanse kant. Die lanceren onder een hoek van dertig graden. Dat betekent dat niet meer dan dertig graden noorder-

en zuiderbreedte wordt bestreken. In ons geval zou dat veertig of vijftig graden zijn. En die van ons maar denken dat de Amerikaanse shuttle in staat zou zijn Moskou in één klap uit te wissen. Wat een kinderlijke voorstelling van zaken." (Hij lacht hard: Ha, ha, ha!)

"Aan dat project besteedden wij 15 miljard normale roebels, die bij ons toen nog de koopkracht van een dollar hadden. En daarna, toen het toestel er was, nog eens 5 miljard."

Welk transportmiddel hebben we in de toekomst volgens u dan wel nodig?

"De Amerikanen hebben berekend dat een kilo met een eenmalige raket in een baan brengen tussen 1500 en 2500 dollar kost. Vijf jaar geleden kostte het met Ariane-3 ongeveer 5000 dollar per kilo. Bij de shuttle was dat de eerste keren ongeveer 10.000 dollar per kilogram. Dat is dus heel wat duurder. En wat we nodig hebben: 100 tot 300 dollar per kilo. Dat zijn overigens cijfers die bij het begin van het shuttle project werden genoemd.

Dat cijfer moeten we in gedachten houden. Zo zouden we het moeten kunnen doen."

(De lanceerkosten per kilo dalen nog steeds. Voor Falcon-9 van SpaceX is het tarief nu 1520 dollar per kilo. Volgens Elon Musk kunnen de kosten tot onder de 100 dollar per kilo dalen als Starship operationeel is. Dat komt dus overeen met wat Feoktistov in 1995 "voorspelde"-PS.)

Deze kroniek beschrijft de belangrijkste gebeurtenissen in de ruimtevaart die hebben plaatsgevonden tussen 1 september 2023 en 30 november 2023. 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 september 2023 | 02:21 uur

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

- **Starlink G6-13-1 t/m G6-13-22** • COSPAR: 2023-131
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

2 september 2023 | 06:20 uur

Draagraket: PSLV-XL • Lanceerplaats: Satish Dhawan

- **Aditya-L1** • COSPAR: 2023-132A
Indiase wetenschappelijke satelliet voor zonsonderzoek. De 1475 kg zware sonde zal eind 2023 in een halobaan rond het Lagrange L1-punt, op 1,5 miljoen km van de Aarde richting Zon, geplaatst worden.

2 september 2023 | 14:25 uur

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

- **Transport Layer Tranche-0 TOTL-01 t/m -10 & Checkmate-9** • COSPAR: 2023-133
11 Amerikaanse militaire experimentele communicatiesatellieten. In een 942x948 km x 81° baan.
- **BB-03 & -04** • COSPAR: 2023-133
2 Amerikaanse militaire experimentele satellieten voor het opsporen van raketlanceringen.

3 september 2023

De Crew Dragon Endeavour, met aan boord de astronauten Bowen, Hoburg, Al Neyadi en Fedyae, maakt zich los van de voorste poort van de Harmony module van het ISS. Een dag later landt de Endeavour in de Golf van Mexico voor de kust van Florida.

3 september 2023

De Chandrayaan-3 Vikram lander ontsteekt kort haar motoren om weer op te stijgen tot een hoogte van 40 cm. Vikram komt 30 cm van haar originele positie weer op de Maan terecht.

4 september 2023 | 02:47 uur

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

- **Starlink G6-12-1 t/m G6-12-21** • COSPAR: 2023-134
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

4 september 2023

Om 17:35 uur gaat de Zon onder in het landingsgebied van de Chandrayaan-3 missie. Hiermee is de primaire missie succesvol voltooid omdat de Vikram lander en Pragyan rover niet ontworpen zijn om de 14 dagen durende nacht te overleven.

5 september 2023 | 09:34 uur

Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Ponton, Gele Zee

- **Tianqi-21 t/m -24** • COSPAR: 2023-135A t/m -D
Vier Chinese commerciële communicatiesatellieten voor IoT-toepassingen. In een 786x803 km x 50° baan.

6 september 2023 | 18:14 uur

Draagraket: Chang Zheng-4C • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Yaogan 33-03** • COSPAR: 2023-136A
Chinese militaire spionagesatelliet.

6 september 2023 | 23:42 uur

Draagraket: H-2A • Lanceerplaats: Tanegashima

- **XRISM** • COSPAR: 2023-137A
Japanse astronomische satelliet met een röntgentelescoop. De kunstmaan wordt door de tweede trap in een 557x581 km x 31° baan geplaatst.



Het Nederlands ruimteonderzoeksinstituut SRON bouwde het filterwiel van de telescoop.

- **SLIM** • COSPAR: 2023-137B

De tweede trap wordt vervolgens opnieuw ontstoken en levert de Japanse Maansonde SLIM af in een sterk elliptische 560x97819 km x 31,1° baan. SLIM zal haar eigen motoren gebruiken om richting de Maan te vliegen. In december 2023 zal de sonde proberen een zachte landing te maken.

8 september 2023

Het ruimtevliegtuig Unity voert haar derde commerciële suborbitale vlucht met drie betalende passagiers en drie bemanningsleden van Virgin Galactic uit. De bereikte hoogte bedraagt 88,6 km.

9 september 2023 | 03:12 uur

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

- **Starlink G6-14-1 t/m G6-14-22** • COSPAR: 2023-138
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

10 september 2023 | 04:30 uur

Draagraket: Chang Zheng-6A • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Yaogan-40A t/m -C** • COSPAR: 2023-139A t/m -C
Drie Chinese militaire satellieten, mogelijk elektronische af luistersatellieten. In een 797x812 km x 86° baan.

10 september 2023 | 12:47 uur

Draagraket: Atlas-5 • Lanceerplaats: Canaveral

- **USA-346 t/m -348** • COSPAR: 2023-140A t/m -C
Drie Amerikaanse militaire satellieten, die andere kunstmanen in de geostationaire baan in de gaten zullen houden.

11 september 2023

Het onbemande vrachtschip Tianzhou-5 wordt losgekoppeld van het Chinese ruimtestation Tiangong. Een dag later keert het terug in de atmosfeer en verbrandt.

12 september 2023 | 06:57 uur

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



Het noorderlicht boven West-Siberië vastgelegd vanuit het ISS op 25 september. [NASA]

trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G7-2-1 t/m G7-2-21** • COSPAR: 2023-141
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

15 september 2023 | 02:27 uur

Draagraket: Alpha • Lanceerplaats: Vandenberg

- **Victus Nox** • COSPAR: 2023-142A
Amerikaanse militaire satelliet met een aantal technologische demonstraties aan boord. In een 476 x 531 km x 97,3° zonsynchrone baan.

15 september 2023 | 15:44 uur

Draagraket: Soyuz-2.1a • Lanceerplaats: Baykonur

- **Soyuz MS-24** • COSPAR: 2023-143A
Russisch bemand ruimteschip met aan boord Oleg Kononenko, Nikolai Chub en de Amerikaan Local O'Hara. Al drie uur na de lancering koppelt de Soyuz aan de Rassvett module van het ISS.

16 september 2023 | 03:38 uur

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

- **Starlink G6-16-1 t/m G6-16-22** • COSPAR: 2023-144
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

17 september 2023 | 04:13 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan-39-02-01 t/m -03** • COSPAR: 2023-145
Drie Chinese militaire spionagesatellieten.

19 september 2023 | 06:55 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Mahia

De lancering mislukt als de tweede trap weigert te ontsteken.

- **Capella-12** • COSPAR: Geen, mislukt
Amerikaanse commerciële aardobservatiesatelliet.

20 september 2023 | 03:38 uur

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

- **Starlink G6-17-1 t/m G6-17-22** • COSPAR: 2023-146
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

21 september 2023 | 04:59 uur

Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Jilin-1 GFo4B** • COSPAR: Geen, mislukt
Chinese commerciële aardobservatiesatelliet.

24 september 2023 | 03:38 uur

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

- **Starlink G6-18-1 t/m G6-18-22** • COSPAR: 2023-147
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

24 september 2023

De OSIRIS-REx capsule met bodemonsters van de planetoïde Bennu landt veilig in Utah. De OSIRIS-REx sonde zelf voert kort na het afstoten van de landingscapsule, een manoeuvre uit zodat deze de Aarde mist en op een hoogte van 773 km passeert. De moedersonde is nu op weg naar de planetoïde Apophis alwaar zij in 2029 zal aankomen, kort voordat Apophis de Aarde op korte afstand zal passeren.

25 september 2023 | 08:48 uur

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



Wetenschappers openen de OSIRIS-REx container met bodemonsters van de planetoïde Bennu. [NASA]

trap: Ponton in de Grote Oceaan

- **Starlink G7-2-1 t/m G7-2-21** • COSPAR: 2023-148
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

26 september 2023 | 20:15 uur

Draagraket: Chang Zheng-4C • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Yaogan-33-04** • COSPAR: 2023-149A
Chinese militaire radarspionagesatelliet.

27 september 2023 | 06:00 uur

Draagraket: Qased • Lanceerplaats: Shahroud

- **Noor-3** • COSPAR: 2023-150A
Iraanse aardobservatiesatelliet.

27 september 2023

De Soyuz MS-23, met aan boord de ruimtevaarders Prokopyev, Petelin en Rubio, wordt losgekoppeld van de Prichal koppelmodule van het ISS. Enkele uren later maakt de Soyuz een behouden landing in Kazachstan.

Frank Rubio vestigt met 370 dagen een nieuw duurrecord voor de langste Amerikaanse ruimtevlucht. Dit record stond oorspronkelijk niet in de planning, maar is het gevolg van een verlenging van zijn vlucht met een half jaar omdat de Soyuz MS-23 onbemand gelanceerd moest worden om de MS-22 met haar kapotte koelsysteem te vervangen.

Het wereldrecord voor de langste ruimtevlucht staat sinds 1995 op naam van de Rus Valery Polyakov die 437 dagen in de Mir verbleef. De Rus Gennady Padalka is 's werelds meest ervaren ruimtevaarder met 878 dagen verdeeld over vijf vluchten.

Aan boord van het ISS begint Expeditie-70 onder het bevel van de Deen Andreas Mogensen.

30 september 2023 | 02:00 uur

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

- **Starlink G6-19-1 t/m G6-19-22** • COSPAR: 2023-151
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

3 oktober 2023

Voor het eerst legt de Amerikaanse FCC een boete op aan een satellietoperator. Dish moet een boete van 150.000 dollar betalen, omdat de in 2002 gelanceerde Echostar-7 niet aan het einde van haar levensduur uit de geostationaire baan is verwijderd. In mei 2022 bleek de Echostar minder stuwstof over te hebben dan verwacht; onvoldoende om de zogenaamde graveyard orbit op 300 km boven de geostationaire baan te kunnen bereiken.

4 oktober 2023

De Japanse sonde SLIM passeert voor de eerste maal de Maan. De passage, op een afstand van 4994 km, verandert de baan van $412 \times 394.300 \text{ km} \times 31,1^\circ$ naar $177.550 \times 1.687.100 \text{ km} \times 26^\circ$. Als de sonde in december terugkeert van haar apogeum zal zij in een baan om de Maan gebracht worden.

5 oktober 2023 | 00:24 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan-39-03-01 t/m -03** • COSPAR: 2023-152
Drie Chinese militaire spionagesatellieten.



Een Chang Zheng-2D raket brengt op 15 oktober de Chinese meteorologische Yunhai 1-04 in de ruimte. [Ourspace]

5 oktober 2023 | 05:36 uur

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

- **Starlink G6-21-1 t/m G6-21-22** • COSPAR: 2023-153
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

6 oktober 2023

Het ruimtevluchtig Unity maakt haar vierde commerciële suborbitale vlucht. Aan boord zijn drie passagiers, twee piloten en een begeleider van Virgin Galactic. Het toestel bereikt een maximale hoogte van 87,4 km alvorens als een zweefvluchtig te landen op Spaceport America in New Mexico.

6 oktober 2023 | 18:06 uur

Draagraket: Atlas-5 • Lanceerplaats: Canaveral

- **KuiperSat-1 & -2** • COSPAR: 2023-154A & -B
Twee Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten. Dit zijn de eerste prototypes voor het Project Kuiper netwerk van Amazon dat uiteindelijk uit 3236 satellieten moet bestaan. In een 483x504 km x 30° baan.


7 oktober 2023

Het Spaanse PLD Space voert haar eerste suborbitale lancering uit. De Miura-1 raket bereikt een hoogte van 46 kilometer en landt vervolgens aan parachutes in de Atlantische Oceaan. Aan boord bevindt zich een Duits microzwaartekrachtexperiment.

9 oktober 2023 | 01:36 uur

Draagraket: Vega • Lanceerplaats: Kourou

- **THEOS-2** • COSPAR: 2023-155A
Thaise civiele aardobservatiesatelliet, gebouwd door Airbus (450 kg). In een zonsynchrone baan op 620 km hoogte.
- **Triton** • COSPAR: 2023-155B
Taiwanese civiele aardobservatiesatelliet (280 kg), gebouwd door het ruimtevaartagentschap TASA.
- **PROBA-VCC** • COSPAR: 2023-155
CubeSat (12U) met een vegetatie-monitoring instrument zoals die sinds 2013 ook al op PROBA-V vliegt. Doel is om te verifiëren hoe effectief het is om zo'n instrument op een kleiner platform te vliegen.
- **CSC-1 & -2, Macsat, Anser-A, -B & -C, ESTCube-2, N3SS & Pretty** • COSPAR: 2023-155
Negen nanosatellieten.

 De tussentrap tussen de eerste twee rakettrappen en de ontstekers van de onderste drie rakettrappen zijn ontwikkeld en gebouwd door respectievelijk Airbus NL en APP. De twee CSC CubeSats zijn gebouwd en gelanceerd onder de verantwoordelijkheid van ISISpace. Bradford Space heeft een zonnensensor voor THEOS-2 en Lens R&D zonnensensoren voor twee van de CubeSats geleverd.

9 oktober 2023 | 07:43 uur

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

- **Starlink G7-4-1 t/m G7-4-21** • COSPAR: 2023-156
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

9 oktober 2023

Er ontstaat een lek in het reservekoelcircuit van de thermische radiator van de Russische laboratorium module Nauka van het ISS.

13 oktober 2023 | 14:19 uur

Draagraket: Falcon Heavy • Lanceerplaats: Kennedy Space Center • Landing side boosters: Canaveral • De core stage wordt volgens plan niet geborgen

- **Psyche** • COSPAR: 2023-157A
Amerikaanse interplanetaire sonde die in 2029 in een baan om de metaalrijke planetoïde 16 Psyche zal komen. De 2608 kg zware sonde wordt eerst in een parkeerbaan om de Aarde gebracht (168x800 km x 30,1°). Drie kwartier na de lancering wordt de tweede trap opnieuw ontsteken en brengt Psyche in een heliocentrische baan (1,0 x 2,5 AE x 1,1°), op weg naar een passage van de planeet Mars in 2026.

13 oktober 2023 | 23:01 uur

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

- **Starlink G6-22-1 t/m G6-22-22** • COSPAR: 2023-158
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

15 oktober 2023 | 00:54 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Yunhai 1-04** • COSPAR: 2023-159A
Chinese civiele meteorologische satelliet. In een zonsynchrone baan (760 x 787 km x 98,5°).

18 oktober 2023 | 00:39 uur

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

- **Starlink G6-23-1 t/m G6-23-22** • COSPAR: 2023-160
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

21 oktober 2023 | 08:23 uur

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

- **Starlink G7-5-1 t/m G7-5-21** • COSPAR: 2023-161
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

21 oktober 2023

India lanceert een prototype van haar Gaganyaan bemanbare cap-



De Indiase marine bergt de Gaganyaan bemanningsmodule uit de Golf van Bengalen na de geslaagde suborbitale test van het ontsnappingssysteem. [ISRO]



Kort na de ontkoppeling nam de Shenzhou-16 bemanning deze foto van het Chinese ruimtestation Tiangong. In het midden is de Tianhe woonmodule zichtbaar, met boven het vrachtschip Tianzhou-6 en onder de Shenzhou-17. Links de Wentian module met luchtsluis en de robotarm, rechts de laboratoriummodule Mengtian. [CMSE]

sule voor een suborbitale testvlucht. 61 seconden na de lancering trekken ontsnappingsraketten volgens plan de capsule weg van de raket. Dit vindt plaats op een hoogte van 11 km bij een snelheid net boven Mach 1; de meest extreme condities mocht er bij toekomstige bemane lanceringen een noodsituatie optreden. De Gaganyaan capsule landt vervolgens behouden aan parachutes in de Golf van Bengalen en wordt door de Indiase marine geborgen.

22 oktober 2023 | 02:17 uur

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

- **Starlink G6-24-1 t/m G6-24-23** • COSPAR: 2023-162
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

23 oktober 2023 | 20:03 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan-39-04-01 t/m -03** • COSPAR: 2023-163
Drie Chinese militaire spionagesatellieten.

25 oktober 2023

ISS bewoners Kononenko en Chub maken een 8 uur durende ruimtewandeling vanuit het Russische luchtsluis Poisk. Ze slagen erin om snel een lek in de radiator van de laboratoriummodule Nauka te lokaliseren en te isoleren. Vervolgens installeren ze een SAR-radarinstrument op Nauka en lanceren ze een nanosatelliet.

26 oktober 2023 | 03:14 uur

Draagraket: Chang Zheng-2F • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Shenzhou-17** • COSPAR: 2023-164A
Chinees bemand ruimteschip met aan boord Tang Hongbo, Tang Shenjie en Jiang Xinlin. 6,5 uur na de lancering koppelt de Shenzhou-17 aan de voordeur van de Tianhe woonmodule van het ruimtestation Tiangong.

27 oktober 2023 | 06:05 uur

Draagraket: Soyuz-2.1b • Lanceerplaats: Plesetsk

- **Cosmos-2570** • COSPAR: 2023-165A
Russische militaire elektronische afluistersatelliet. Op 29 oktober zet de Cosmos-2570 een kleine subsatelliet, de **Cosmos-2571**, uit.

29 oktober 2023 | 09:00 uur

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

- **Starlink G7-6-1 t/m G7-6-22** • COSPAR: 2023-166
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

30 oktober 2023

Aan boord van het Chinese ruimtestation Tiangong wordt de wisseling van de wacht voltooid, als Jing Haipeng, Zhu Yangzhu en Gui Haichao hun Shenzhou-16 loskoppelen en enkele uren later (het is dan al 31 oktober) een behouden landing maken in Binnen-Mongolië.

30 oktober 2023 | 23:20 uur

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

- **Starlink G6-24-1 t/m G6-24-22** • COSPAR: 2023-167
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

31 oktober 2023 | 22:50 uur

Draagkraket: Chang Zheng-6A • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Tianhui 5-01 & 5-02** • COSPAR: 2023-168A & -B
Twee Chinese aardobservatiesatellieten, waarschijnlijk met een militair doelstelling.

1 november 2023

Jasmin Moghbeli en Loral O'Hara maken een 7 uur durende ruimtewandeling vanuit de Quest luchtsluis van het ISS. Ze vervangen een van de lagers in de P4 Truss, dat ervoor zorgt dat de zonnepanelen aan de bakboordzijde van het station kunnen draaien.

1 november 2023

De sonde Lucy passeert de eerste van in totaal twaalf planetoïden die zij gedurende haar twaalf jaar durende missie zal aandoen. In de hoofdgordel tussen Mars en Jupiter wordt planetoïde 152830 Dinkinesh op een afstand van 430 km gepasseerd met een relatieve snelheid van 4,3 km/s. Dinkinesh heeft een doorsnede van 790 meter. Tijdens de passage ontdekt Lucy dat Dinkinesh een maantje heeft, die zelf dan weer een contact-binary blijkt te zijn.

2 november 2023

Virgin Galactic voert haar vijfde commerciële suborbitale ruimtevlucht uit. Unity vliegt met drie passagiers en drie bemanningsleden naar een hoogte van 87,2 km. Aan boord is onder andere NASA-wetenschapper Alan Stern die enkele experimenten uitvoert.

3 november 2023 | 14:54 uur

Draagkraket: Chang Zheng-7A • Lanceerplaats: Wenchang

- **TJS-10** • COSPAR: 2023-169A
Chinese militaire geostationaire communicatiesatelliet.

4 november 2023 | 00:37 uur

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

- **Starlink G6-26-1 t/m G6-26-23** • COSPAR: 2023-170
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

8 november 2023 | 05:05 uur

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

- **Starlink G6-27-1 t/m G6-27-23** • COSPAR: 2023-171
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

9 november 2023 | 11:23 uur

Draagkraket: Chang Zheng-3B • Lanceerplaats: Xichang

- **Zhongxing-6E** • COSPAR: 2023-172A
Chinese civiele geostationaire communicatiesatelliet.

10 november 2023 | 01:28 uur

Draagkraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy • Landing eerste trap: Canaveral



De terugkeer van de Shenzhou-16 vastgelegd door Chinese amateur-astrofotografen. De lichte streep links is de capsule met de bemanning, daar achter verbrandt de voortstuwingsmodule van de Shenzhou. [Lian Zhen, Zhang Jingyi en Liu Boyang]



Een grote verrassing op 1 november als de sonde Lucy tijdens de passage van de planetoïde Dinkinesh een maantje ontdekt. [NASA Goddard, SwRI, John Hopkins]



Het maantje zelf blijkt een contact-binary te zijn. [NASA Goddard, SwRI, John Hopkins]



Een blik op de open experimentenluchtsluis van de laboratoriummodule Nauka van het ISS. [NASA]



Een blik vanaf de top van de lanceertoren als de tweede Super Heavy/Starship combinatie vertrekt voor haar tweede testvlucht. [SpaceX]

- **Dragon CRS-29** • COSPAR: 2023-173A
Amerikaans vrachtschip met voorraden voor het ISS. Een dag later koppelt het vrachtschip aan de voorzijde van de Harmony module.

11 november 2023 | 18:49 uur

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

- **Transporter-9** • COSPAR: 2023-174
Dispenser-missie voor 113 kleine satellieten: **ICEYE-31, -32, -34 &**


-35, Umbra-SAR 07 & 08, Pelican-1, FalconSat X, SPIP, Æther-1 & -2, D-Orbit ION-SCV-013, EPICHyper-3, Intuition-1, Crypto3, 4 x Lemur-2, OSW Cazorla, Ymir 1, PiCo-IoT-1 t/m -9, Unicorn-2J & -2K, Hydra-1, ROM-3, Space ANT-D, Tartan Artibeus-2, Impulse-1, Time will Tell, SpaceVan-001, GHGSat-C9, -C10 & -C11, MANTIS, Observer-1A, ProtoMéthée, BRO-10 & -11, Connecta-T3.1 & -T3.2, GENMAT-1, NinjaSat, PEARL-1C & -1H, Platform-5, Tiger-5 & -6, Vindlér-1 t/m -4, Aman-1(R), Barry-1, Flock 4q-1 t/m -36, Heron Mk2, IRIS-C2, KAFASAT, OMNILER1, Outpost Mission-2, PLATERO, JinjuSat-1, Djibouti-1A, Picacho, Veronika, Hello Test-1 & -2, OrbAstro-PC1 & -TR1

12 november 2023 | 21:08 uur

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

- **O3b mPOWER-5 & -6** • COSPAR: 2023-175A & -B
Twee Luxemburg-Franse commerciële communicatiesatellieten. De kunstmanen komen uiteindelijk in een operationele baan op 7825 x 7825 km x 70°.

14 november 2023

 De Nederlandse satelliet Delfi-C3 valt terug in de atmosfeer en verbrandt. De door een consortium onder leiding van de TU Delft gebouwde CubeSat heeft, i.p.v. de geplande drie maanden, meer dan 15 jaar gefunctioneerd.

16 november 2023 | 03:55 uur

Draagraket: Chang Zheng-2C • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Haiyang 3-01** • COSPAR: 2023-176A
Chinese oceanografische satelliet. In een 786 x 788 km x 98,7° zonsynchrone baan.

17 november 2023

Vanuit de Aarde gezien passeert de planeet Mars achter de Zon langs. Communicatie met satellieten en rovers rond en op de rode planeet zijn twee dagen niet mogelijk.

18 november 2023 | 05:05 uur

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

- **Starlink G6-28-1 t/m G6-28-23** • COSPAR: 2023-177
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

18 november 2023 | 13:03 uur

Draagraket: Super Heavy • Lanceerplaats: Boca Chica

Tweede testlancering van de 120 meter hoge en 5000 ton zware Super Heavy/Starship combinatie. De Super Heavy Booster-9 brengt de combinatie met succes naar een hoogte van 70 km waarna de zes motoren van Starship-25 ontstoken worden. Booster 9 probeert terug te vliegen in de richting van de lanceerplaats maar explodeert korte daarna.

Rond 7 minuten en 7 seconden na de start ondervindt Starship-25 een anomalie. Ongeveer een minuut later, op een hoogte van 149 km en bij een snelheid van 6,701 km/s, wordt de zelfvernietiging geactiveerd. De resten van Starship-25 vallen in de Atlantische Oce-



Lancering van de Noord-Koreaanse raket Chollima-1 met een militaire spionagesatelliet vanaf de basis Sohae. [NATA]

aan net ten noorden van Puerto Rico.

- **Starship Test Flight-2** • COSPAR: Geen
Prototype van Starship waarmee in de toekomst mensen naar de Maan en Mars zullen reizen. Plan voor deze testvlucht was om na bijna een omloop om de Aarde een terugkeer in de atmosfeer te demonstreren gevolgd door een harde landing in de oceaan nabij Hawaï. Zover komt het echter niet als Starship faalt kort voor het bereiken van de benodigde snelheid.

20 november 2023

Het International Space Station viert haar 25ste verjaardag. Het is vandaag 25 jaar geleden dat de eerste module, Zarya, werd gelanceerd. Sinds oktober 2000 is het ruimtestation permanent bemand door elkaar afwisselende bemanningen.

20 november 2023 | 10:30 uur

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

- **Starlink G7-7-1 t/m G7-7-22** • COSPAR: 2023-178
22 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

21 november 2023 | 13:42 uur

Draagraket: Chollima-1 • Lanceerplaats: Sohae

- **Malligyong-1** • COSPAR: 2023-179A
Noord-Koreaanse militaire spionagesatelliet. In een zonsynchrone baan (493 x 512 km x 97,4°).

22 november 2023 | 07:47 uur

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

- **Starlink G6-29-1 t/m G6-29-23** • COSPAR: 2023-180
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

23 november 2023 | 10:00 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **XQG-02A t/m -C** • COSPAR: 2023-181A t/m -C
Drie Chinese experimentele communicatiesatellieten. In een 1092 x 1108 km x 50° baan.

23 november 2023

Voor de derde maal in vijf dagen tijd valt Hubble in een zogenaamde veilige modus. Dit wordt veroorzaakt door problemen met een van de drie nog functionerende gyroscopen die nodig zijn voor de standregeling van het in april 1990 gelanceerde observatorium.

Hoewel drie gyroscopen nodig zijn om de telescoop efficiënt in te kunnen zetten, kunnen er eventueel waarnemingen gedaan worden met slechts een enkele gyroscop.

25 november 2023 | 20:58 uur

Draagraket: Soyuz-2.1b • Lanceerplaats: Plesetsk

- **Cosmos-2572** • COSPAR: 2023-182A
Russische militaire optische spionagesatelliet. Waarschijnlijk het eerste exemplaar van de nieuwe generatie Razdan satellieten. In een zonsynchrone baan (299 x 320 km x 96,6°).

28 november 2023 | 04:20 uur

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

- **Starlink G6-30-1 t/m G6-30-23** • COSPAR: 2023-183
23 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

29 november 2023

De Progress MS-23, volgeladen met afval, maakt zich los van de Poisk module van het ISS. Later die dag keert de Progress terug in de atmosfeer en verbrandt.

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 € 35,00 per jaar. Voor individueel lidmaatschap en bedrijfslidmaatschap: zie website.

