

€ 7,00

NEDERLANDSE VERENIGING VOOR RUIMTEVAART

2023|1

RUIMTEVAART

CO₂-crisis

Erfgoed ANS

Chinese Roulette

Revolution Space





Bij de voorplaat

Artistieke impressie van Solar Orbiter. Deze ESA missie en de zon waren onderwerp van een concert dat werd georganiseerd door ESA en het Metropole Orkest. [ESA]



Foto van het kwartaal

De eerste poging tot een orbitale testvlucht van Starship en de Super Heavy raket op 20 april, kort voordat de raket ontplofte. De combinatie is hoger en krachtiger dan de Saturn V uit het Apollo-tijdperk. [SpaceX]

Van de hoofdredacteur:

Voor u ligt het eerste nummer van 2023. Hierin twee artikelen over Chinese ruimtevaart, waarbij *Remote Sensing by Satellite* het tweede en laatste deel is van een overzicht dat begon in het laatste nummer van 2022. Het tweede artikel gaat dieper in op het probleem van de ongecontroleerde terugkeer van rakettrappen van de Lange Mars 5B die deze lanceringen regelmatig op een minder positieve manier tot wereldnieuws maken. Bemande ruimtevaart is op een positieve manier actueel met de selectie van nieuwe astronauten in Europa en Japan, de eerste Artemis lancering en de vele commerciële initiatieven. Daarom is de redactie zeer verheugd met een opiniestuk over de toekomst van de Europese bemande ruimtevaart.

Verder aandacht voor een documentaire over de eerste Nederlandse Astronomische Satelliet (ANS), die al op diverse plaatsen in Nederland (en daarbuiten!) te zien was. We hopen op een goede gelegenheid om de documentaire ook aan NVR-leden te vertonen. Verder, zoals u van ons gewend bent, recensies van actuele boeken en series over ruimtevaart gerelateerde onderwerpen waarvan het onderwerp 'alcohol in de ruimte' al heel lang op de ideeënlust van de redactie stond. Ook aandacht voor de nieuwe generatie ingenieurs met een artikel over een ruimtevaartcompetitie voor middelbare scholieren, waar als hoofdprijs deelname aan de *United Space School* in Houston, Texas vergeven werd. Mijn eigen ruimtevaartcarrière begon ooit met deelname aan een *International Space Camp* in de VS en ik weet dus uit ervaring wat de impact van zo iets kan zijn. Als laatste een artikel over start-ups die een bijdrage geven aan het verkrijgen van meer inzicht in het probleem van de opwarming van de aarde, door de opslag van koolstofdioxide te meten m.b.v. ruimtevaarttechnologie. We hopen dat deze uitgave u weer weet te inspireren, danken alle auteurs ook deze keer weer voor hun bijdragen en roepen iedereen op om Nederlandse bijdragen aan ruimtemissies, bij voorkeur bij de lancering, te blijven melden.

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. Rajan (secretaris)
 Ir. M. de Brouwer (penningmeester)
 Ir. P.A.W. Batenburg
 W. Mensink
 F. Overtoom
 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
 Ir. E.A. Kuijpers
 Ing. M.C.A.M. van der List
 Ir. L. Pepermans
 Ir. H.M. Sanders MBA

Websitecommissie

Dr. R.P.N. Bronckers
 D. Jayakodi LLM

Sociale media-commissie

F. Overtoom (voorzitter)
 Drs. B. ten Berge
 M. Marcik
 S.V. Pieterse LLM
 D. Stefoudi LLM

Evenementencommissie

K. Regnery (voorzitter)
 P.A.W. Batenburg, MSc
 Drs. B. ten Berge
 Ir. S.D. Cherukuri
 L. A. Gibson - ten Bloemendal BA
 B.N. Kiyani Bsc
 Ir. S.D. Petrovic
 S. van Rijthoven BSc
 Dr.ir. M. Rodenhuis
 N. Silvestri MSc
 A. Th. Sokolowski Dipl.rer.com.
 Ir. L.F. van der Wal

Kascommissie

C. Martinus
 Dr. Ir. G.L.E. Monna
 Drs. T. Wierenga

Young Professionals

W. Mensink (voorzitter)
 Drs. P. B. den Boer
 Ir. S. Mast
 Ir. S.D. Petrovic
 J. Ruiter
 A. Stommels
 E. Tamarin

Ereleden

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

Contact

Richelle Scheffers
 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

Een spelletje Chinese Roulette

Chinese Lange Mars 5B rakettrappen blijven ongecontroleerd terugkeren, maar waarom?



4

Nationaal erfgoed: eerste Nederlandse satelliet ANS

Via een documentaire en een nieuwe expositie krijgt ANS de aandacht die hij verdient.



8

One Giant Leap: Captivating Humanity as We Head Back to the Moon

High school students design gadgets for lunar missions and win to represent the Netherlands at the United Space School in Texas.



13

Niet of, maar wanneer

Recensie van een boek over alcoholische drank in de bemande ruimtevaart.



16

Revolution Space

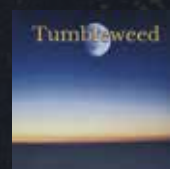
A bold challenge for ESA's human spaceflight and exploration.



18

Tumbleweed

An autobiography about the early days of the US-Russian cooperation in space.



21

Apollo Astronauts – Training NASA's Moon Men

Netflix-documentaire over de selectie en training van de astronauten van het Mercury, Gemini en Apollo programma.



22

Unsuccessful First Launches

Failure is the norm in rocket maiden flights.



24

Here comes the Sun

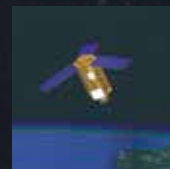
Een nieuwe reeks evenementen van de NVR 'Space &'.



26

Remote Sensing by Satellite - Part 2

Overview of China's military satellite surveillance capabilities.



28

Kan ruimtevaart de CO₂-crisis oplossen?

Koolstofdioxide-opslag meten vanuit de ruimte.



34

Ruimtetoerist nummer één

De vaste column van Piet Smolders.

Ruimtevaartkroniek

Alle lanceringen en belangrijke ruimtevaartgebeurtenissen tussen 16 november 2022 en 28 februari 2023.



38/40



Een spelletje Chinese Roulette

Chinese Lange Mars 5B rakettrappen blijven ongecontroleerd terugkeren, maar waarom?

Berry Sanders

Op 31 oktober 2022 was het weer zover, tijdens de lancering van de Mengtian module, het nieuwste onderdeel van het Chinese ruimtestation, kwam ook de eerste trap van de Lange Mars 5B raket in een baan om de aarde. Een marginale baan wel te verstaan, waarbij de trap al na enkele dagen ongecontroleerd zou terugkeren in de atmosfeer. Dat zou normaal niet zo'n groot probleem zijn, maar de eerste trap is groot: 5 m doorsnee, 33 m lang en 21,6 ton zwaar, te groot om geheel te verbranden. In principe kon de trap overal terecht komen tussen 41.6 graden noorder- en zuiderbreedte.

Gelukkig stortte de trap op 4 november in de Stille Zuidzee, ten zuiden van Mexico zonder dat er schade werd aangericht.

Het was overigens al de vierde keer dat dit gebeurde en net als de vorige keren sprak de wereld er schande van. Andere ruimtevaartnaties zorgen ervoor dat terugvallende rakettrappen, die meestal veel kleiner zijn, in specifieke gebieden terecht komen. Vaak accepteert men daarvoor zelfs verlies in prestaties. Dat

de Chinezen dan bijna 16 ton aluminium tanks met daaronder twee 2,7 ton zware motoren die voornamelijk uit hittebestendig materiaal zijn opgebouwd ongecontroleerd laten terugkeren moet een reden hebben. De meest voor de hand liggende reden is dat men de prestaties nodig heeft en de meest optimale baan volgt. Daardoor komt de rakettrap in een lage baan om de aarde en is er geen mogelijkheid om de trap gecontroleerd terug te laten keren. In dit artikel zullen we bekijken wat het prestatieverlies zou zijn van de verschillende mogelijkheden om de rakettrap wel gecontroleerd te laten terugkeren.

De Lange Mars 5 is de grootste van de nieuwe generatie lanceerraketten die vanaf 2015 wordt gebruikt. Het belangrijkste verschil met de eerste generatie Lange Mars raketten is het gebruik van vloeibare zuurstof en kerosine als stuwstoffen in plaats van de giftige hypergole combinatie van hydrazine en stikstoftetroxide uit de vorige generatie raketten. De Lange Mars 5 zelf, ook wel "Pang-Wu" oftewel "dikke vijf" genoemd, werd in 2016 voor het eerst gelanceerd en is de zwaarste van deze

nieuwe generatie. De Lange Mars 5 is ontworpen om zware ladingen in een baan om de aarde te brengen of naar de maan en planeten te sturen. Voor de laatste twee hoge energie missies wordt gebruikgemaakt van een extra trap. Het is een grote raket met een lengte van 57 meter, een basis diameter van 5 meter en een startgewicht van meer dan 840 ton. Hij is daarmee zwaarder dan bijvoorbeeld de Ariane 5. De opbouw lijkt enigszins op de Ariane 5, alleen gebruiken de boosters vloeibare stuwstoffen in plaats van vaste stuwstof. Voor de missies naar een lage aardbaan wordt er geen tweede trap gebruikt en bestaat de raket alleen uit vier boosters en de eerste trap, die dan ook aan het einde van de missie in een lage aardbaan komt.

De boosters gebruiken twee YF-100F motoren die een gesloten cyclus hebben en kerosine en vloeibare zuurstof als stuwstoffen gebruiken. De eerste trap heeft twee YF-77 motoren die vloeibare zuurstof en waterstof gebruiken. De motoren maken gebruik van een gasgenerator cyclus. Bij de start werken alle motoren tegelijkertijd en

Parameter	Boosters (4), gegevens per booster	Eerste trap	Gehele raket
Startgewicht (ton)	156,8	186,9	840
Uitbrandgewicht (ton)	13,8	165,3	-
Lengte (m)	28,5	33	51
Diameter (m)	3,35	5	5 en
Motor type	2xYF-100F per booster	2xYF-77	
Stuwkracht op zeeniveau (kN)	2447	1020	10808
Stuwkracht in vacuüm	2680	1400	-

Tabel 1. Technische gegevens van de Long March 5B raket.

na 172 seconden worden de boosters afgeworpen. De eerste trap brandt na ongeveer 500 seconden uit en dan is een baan om de aarde bereikt. In de tabel zijn de gegevens van de raket terug te vinden.

Voor de nieuwe generatie Lange Mars raketten is een nieuwe lanceerbasis op het eiland Heinan gebouwd. Deze basis ligt dicht bij de evenaar, maar heeft beperkte lanceerrichtingen. Als men pal naar het oosten lanceert is er geen land in de buurt, maar voor de lanceringen in de ruimtestation baan (41,6 graden) moet men over de Filipijnen vliegen.

De opstijgbaan is redelijk rechttoe rechtaan. Na de lancering buigt de raket af naar het zuidoosten (azimut ongeveer 140 graden vanaf het noorden) richting de Filipijnen. De boosters vallen in de Zuid-Chinese Zee. Later wordt de neuskegel afgeworpen die iets verderop in zee plonst. De eerste trap werkt dan door totdat de omloopbaan is bereikt. Het perigeum van deze baan is typisch 180 km, terwijl het apogeum tussen de 330 tot 350 km ligt.

Een gecontroleerde terugkeer van de eerste trap

Is het mogelijk om de eerste trap gecontroleerd terug te laten keren in plaats van hem in een baan om de aarde te laten komen? Natuurlijk, er zijn zelfs verschillende mogelijkheden die hier zullen worden bekeken. Mogelijk alternatieven zijn:

1. Sub-orbitale baan voor de eerste trap;
2. Afremmen na het in een baan brengen van de nuttige last;
3. Afremmen op het eerste apogeum;
4. Verhogen van de ballistische coëfficiënt;
5. Gecontroleerd opbreken van de trap.

Niet alle mogelijkheden zijn reëel en allemaal kosten ze prestatie omdat er een minder optimale baan moet worden gevolgd of omdat er een voortstuwings-systeem of andere apparatuur nodig is om de gecontroleerde terugkeer mogelijk te maken.

Sub-orbitale baan voor de eerste trap

Bij de eerste mogelijkheid wordt de baan van de eerste trap zo ontworpen dat het perigeum onder de vijftig kilometer ligt, maar het apogeum op dezelfde hoogte van 350 km blijft. In dit geval overleeft de



Lange Mars 5b raket (van een eerdere lancering). [Wikipedia]

trap de eerste omloop niet en komt dan naar beneden op een goed voorspelbare plaats. Dit was ook het geval bij de eerste versies van de Ariane 5 waar de baan bewust werd beïnvloed zodat de hoofdtrap minimaal 250 km voor de kust van Peru in zee plonste. Dat kostte weliswaar wat prestatie, maar gaf geen problemen of rommel.

Helaas is hier een probleem voor de Chinezen, ten westen van het eiland Heinan liggen de landmassa's van Zuidoost Azië en India en daar kun je niet zomaar een rakettrap laten neerkomen. Als we aannemen dat het perigeum dicht in de buurt van het uitbranden van de eerste trap ligt zou dit punt, na een omloop en onder de aanname van 16



De Lange Mars 5B met de Wentian module aan boord op weg naar de ruimte. [Xinhua/Zhang Liyun]



Opstijgbaan van de Lange Mars 5B.

omlopen per dag, typisch 22,5 graden naar het westen liggen. Dit is de regio Birma, Thailand en Indo-China, plaatsen waar je niet zomaar rakettrappen laat landen. Echter, de Golf van Bengalen is wel mogelijk een optie, maar dit vergt wel wat stuurmanskunst omdat dit zeegebied niet zo heel groot is, zeker niet als een criterium als de Ariane 5 (250 km van de dichtstbijzijnde landmassa) wordt gehanteerd.

Waarschijnlijk is dan wel een systeem nodig met kleine nauwkeurige stuurraketten om de rakettrap goed op het inslagpunt te mikken, maar dit kan klein zijn omdat de snelheidsverandering niet groot hoeft te zijn, maar wel erg precies.

En belangrijk nadeel van deze opties is dat de lading ook in dezelfde sub-orbitale baan komt als de eerste trap. De ruimtestationmodule moet dus, snel na het loslaten van de draagraket, manoeuvres uitvoeren om niet neer te storten. De modules hebben ook eigen voorstuwing voor de koppeling dus dat zou moeten lukken, maar er is dan wel minder speelruimte dan wanneer de module in een baan om de aarde komt.

Het is ook mogelijk om de motoren van de eerste trap te stoppen voordat een stabiele baan is bereikt. In plaats van een 178 bij 349 km baan kan naar een 178 bij 50 km baan worden gestuurd door de motoren enkele seconden eerder uit te zetten. Het loslaten van de lading vindt dan nog steeds plaats op 178 km. Door de brandstof die dan niet wordt gebruikt ook niet mee te nemen kan er evenveel extra lading worden meegenomen. Indien deze extra lading

in de vorm van brandstof voor de ruimtestationmodule is kan deze daarna zelf opklimmen naar de uiteindelijke baan om de aarde.

Wat eenvoudige berekeningen laten zien dat op deze manier 890 kg brandstof in de eerste trap kan worden bespaard. Om het snelheidsverschil goed te maken heeft de ruimtestationmodule na het loskoppelen niet meer dan 640 kg stuwstof extra nodig om in de gewenste baan van 178 bij 330 km te komen, omdat deze niet meer het leeggewicht van de eerste trap hoeft mee te zeulen. De manoeuvre gebeurt direct na het loskoppelen van de eerste trap om terugvallen te voorkomen. Nadeel is echter weer dat deze manoeuvre direct na het loskoppelen moet gebeuren en met motoren die voldoende krachtig zijn. Ook moet de ruimtestationmodule voorzien worden van extra of grotere tanks en leidingen om de extra stuwstof te kunnen herbergen. Hiervoor moet de lading dus worden aangepast.

Direct afremmen

De tweede optie is om de rakettrap na het loslaten van de nuttige last zodanig af te remmen dat deze aan de andere kant van de Stille Zuidzee, dus voor de kust van Zuid-Amerika, neerkomt. Dit is een afstand van ongeveer 20.000 km, pakweg de halve aarde rond. Om te bepalen hoeveel de rakettrap hiervoor moet afremmen, moeten we de baan van 178 bij 329 veranderen in een baan van 178 bij 50 km. Na een halve omloop komt de trap dan voor de oostkust van Zuid-Amerika in de oceaan terecht. We gaan er dan vanuit dat de injectie in de

baan in het perigeum (dus op 178 km plaatsvindt en de afremming direct erna gebeurt, dus op dezelfde hoogte. De snelheidsverandering hiervoor is makkelijk te berekenen en is 83 m/s. Om een 21,6 ton zware trap te vertragen met een hydrazine bi-stuwstofsysteem ($I_{sp}=310$) is 620 kg stuwstof nodig. Met motoren, tanks etc. wordt het gewicht snel ongeveer een ton. Dit gaat direct ten koste van de lading, dus die wordt een ton minder (op een totaal gewicht van zo'n 23 ton). Het is wel een snelle en eenvoudige methode: het gebeurt direct na het loslaten van de lading en de rakettrap hoeft dus niet langer actief te blijven. Ook hoeft de ruimtestationmodule niet aangepast te worden, behalve dat hij wat lichter moet zijn.

Afremmen in het eerste apogeu

Een derde optie is om af te remmen in het eerste apogeu want daar is manoevreren altijd efficiënter. Als we de manoeuvre om het perigeum te verlagen naar 50 km in het apogeu doen wordt de snelheidsverandering meer dan gehalveerd, van 82 naar 38 meter per seconde, dan is er dus ook veel minder stuwstof nodig, ongeveer 286 kg (aangenomen dat we hetzelfde voortstuwingssysteem als hierboven gebruiken). Nadeel is wel dat de trap een halve omloop, dus zeker 45 minuten actief moet blijven en zijn stand moet kunnen bepalen en handhaven. De extra brandstof en energie (batterijen) hiervoor zullen de winst weer voor een deel teniet doen. Waarschijnlijk zal dit dus zeker 500 kg lading kosten, mogelijk zelfs wat meer.



Inslagpunten van eerste trappen van Lange Mars 5B lanceringen:

1. Lancering op 5 mei 2020, terugkeer op 11 mei, lading: "New Generation Manned Spacecraft".
2. Lancering op 29 april 2021, terugkeer op 9 mei, lading: Tianhe ruimtestation-kern-module.
3. Lancering op 24 juli 2022, terugkeer op 30 juli, lading: Wentian ruimtestation-module.
4. Lancering op 31 oktober 2022, terugkeer op 4 november, lading: Mengtian ruimtestation-module.

Verhogen van de ballistische coëfficiënt

In dit geval wordt de oppervlakte van de raket flink vergroot, bijvoorbeeld door uitklapbare of opblaasbare structuren. Door het grotere oppervlak wordt de trap sneller afgeremd en zal dus binnen enkele omlopen terugkeren. Deze methode zorgt voor een snellere terugkeer, maar deze is dan niet gecontroleerd. Doordat de terugkeer sneller is, is hij mogelijk beter voorspelbaar, maar hoeveel voorspelbaarder is onzeker. Verder zou door het variëren van de oppervlakte de plaats van de terugkeer enigszins beïnvloed kunnen worden. Hoever deze controle gaat is onbekend omdat het nog nooit geprobeerd is. Een dergelijke structuur kan wel erg licht zijn. In de Inflatesail satelliet werd bijvoorbeeld een dragshield van 10 vierkante meter uitgevouwen met een systeemmassa van niet meer dan 2 kg. Om de ballistische coëfficiënt van de trap flink te vergroten zou een structuur van 100 tot 200 vierkante meter nodig zijn. Dit zou dus 20 tot 40 kg kosten, veel minder dan de vorige opties. Echter, de mogelijkheden om de zaak te sturen zijn een stuk kleiner en tot op zekere hoogte speculatief.

Opbreken van de eerste trap

Een van de belangrijke problemen van de terugkeer van de eerste trap is dat hij groot is en daarom niet helemaal opbrandt in de atmosfeer. Een optie is om de eerste trap op te blazen en hem in kleine stukken te laten terugkeren. Of dit veel zal verbeteren is te betwijfelen: bij het explosief opbreken zullen namelijk ook delen in een hogere baan komen en dus mogelijk zelfs langer blijven

rondvliegen. Het moment van opbreken moet dus goed bepaald en op de juiste plek in de trap plaatsvinden. Verder zijn de massieve motoren van de raket de delen die de terugkeer het meest waarschijnlijk zullen overleven en die krijg je niet zomaar kapot, zelfs niet met goed geplaatste explosieven. Tot slot kan hiermee de plaats van terugkeer nog steeds niet worden bepaald, waardoor het oorspronkelijke probleem niet in de kern wordt aangepakt.

Analyse en conclusies

Van alle mogelijkheden lijkt een sub-orbitale baan voor de eerste trap en extra brandstof voor de ruimtestationmodule de meest voor de hand liggende. Met wat extra stuwstoftanks en mogelijk grotere motoren kan dit gerealiseerd worden zonder dat het hele ontwerp van de raket of de module op de schop moet. Er zit wel wat risico aan: de module moet direct na het loskoppelen van de draagraket een manoeuvre maken want anders komt hij ook weer snel in de atmosfeer terecht.

Hoewel de veranderingen relatief klein zijn, zijn ze ook niet op een achternamiddag te realiseren. Waarschijnlijk is er een flinke herkwalificatie nodig van zowel de raket als de ruimtestationmodules en dat kan vele maanden tot een of twee jaar duren. Vergelijk maar eens met de tijd die nodig is als een raket gefaald heeft en er een herontwerp nodig is om hem weer aan het vliegen te krijgen.

Ook het lichter maken van de module is een mogelijkheid, want dan kan de trap direct zelf terugkeren en zijn de aanpassingen aan de ruimtestation-

module minimaal, maar dan kunnen bepaalde onderdelen niet mee en moet het ontwerp ook worden aangepast en geherkwalificeerd.

Dat is ook waarschijnlijk de reden dat China met de huidige praktijk doorgaat: alle modules zijn al gebouwd en gekwalificeerd of zijn al heel ver in dat proces. Aanpassingen zullen dus voor veel (ongewenste) vertraging zorgen. Gezien de internationale ophef en omdat het probleem relatief eenvoudig te verhelpen is, is dan ook het vermoeden dat in toekomstige lanceringen een van de in dit artikel genoemde aanpassingen zal worden geïmplementeerd en dat we geen Chinese roulette meer krijgen.

Blijft de vraag waarom men voor de huidige werkwijze heeft gekozen. In de pers wordt geopperd dat het achteloosheid van de Chinezen is en een mentaliteit van "wij bepalen zelf wel hoe we onze raketten lanceren". De werkelijkheid ligt waarschijnlijk genuanceerder. Een aantal jaren geleden is het eisenpakket voor de Lange Mars 5 bevroren waarop deze is ontworpen en gebouwd, mogelijk met een de-orbit mogelijkheid erin. Daarna zijn mogelijk het ruimtestation en haar modules gedurende hun eigen ontwikkeling gegroeid waardoor men elk beetje prestatie uit de Lange Mars 5 moest persen om ze toch in hun baan te krijgen. Ergens in dit proces is de de-orbit mogelijk gesneuveld omdat het gewoon te zwaar was en het risico op schade bij terugvallen toch erg klein is. Als dit scenario inderdaad het geval is, is het waarschijnlijk dat de de-orbit bij de eerstvolgende upgrade weer terug gaat komen.



Nationaal erfgoed: eerste Nederlandse satelliet ANS

Zeholy Pronk, Ronald Klompe, Jasper Huizinga

De eerste Nederlandse satelliet ANS (Astronomische Nederlandse Satelliet) verdient een speciale plek als nationaal erfgoed vanwege de historische waarde, de wetenschappelijke betekenis van deze satelliet als ook de waarde voor de ontwikkeling van de Nederlandse ruimtevaartindustrie. Deze plek heeft hij nu gekregen door de productie van een documentaire over de ANS en de expositie van de satelliet en de vele onderdelen, die destijds zijn gemaakt.

Het Nationaal Ruimtevaart Museum en ANS

Het Nationaal Ruimtevaart Museum (NRM) is sinds 2004 gevestigd in het Luchtvaartmuseum Aviodrome op Lelystad Airport. Het museum begon ooit als een verzameling ruimtevaartobjecten van Henk van Wezel. Hij maakte zijn collectie in Lelystad toegankelijk voor publiek in het kleinste huiskamer museum ter wereld volgens het 'Guinness Book of Records'. In 1997 is het onder de naam 'Lelystad Space Center' als museum in Lelystad geopend door Wubbo Ockels. De ANS had in die periode een beperkte plek in het museum, in de vorm van enkele prototype modellen van elektronische modules, die gebouwd werden door Philips. Deze objecten werden verkregen van mensen die aan de ANS hadden gewerkt, onder andere Jan de Koomen die vanaf begin jaren 90 bestuurslid was van het NRM. Met de vestiging in Aviodrome, en een duidelijke doelstelling om het nationale ruimtevaarterfgoed op te nemen in de expositie, werd het belang van een "full scale" model van de ANS onderstreept. Daartoe werd Philips gevraagd het daar sinds 1989 bewaarde ANS Proto Flight/Back-up Flight model

onder bruikleencondities beschikbaar te stellen voor de NRM expositie. Dit model was gelukkig ontdaan van alle elektronica componenten zodat het gewicht beperkt bleef tot ongeveer 40 kg. Dit model kon dus 'gewoon' aan de spanten van het Aviodrome gebouw opgehangen worden. Een volledig geëquipeerd model zou 135 kg wegen hetgeen zou leiden tot speciale voorzieningen. Het veertigjarig ANS jubileum is gevierd met een minisymposium, gezamenlijk georganiseerd door de NVR en het NRM. De presentaties zijn verwerkt tot een dossier in het blad 'Ruimtevaart' (NVR 2016-4) en de sprekers zijn ook terug te zien in de documentaire.

In 2016 werd door het NRM een samenwerkingsovereenkomst, inclusief bruikleen, getekend met de Stichting Beheer Erfgoed NLR (SBE-NLR). Zij stelden een aantal interessante objecten ter beschikking voor permanente expositie door het NRM, waaronder opnieuw enkele ANS elektronica componenten. Eind 2017 werd het NRM in de vertegenwoordiging van Zeholy Pronk, als oud NLR medewerker, gevraagd een kijkje te nemen in de opslag van het NLR ruimtevaartdepot in de Noordoostpolder. Dit gebouw moest

namelijk gesloopt worden en voor opslag was verder geen plaats meer. Tot zijn verbazing werden daar enkele kisten gevonden met ANS objecten. Naast enkele testobjecten, al dan niet met logboek, waren er ook nog verzegelde objecten, blijkbaar gereed voor een mogelijke "back-up flight". Ook deze objecten werden onder de bruikleenovereenkomst met Philips opgenomen in de NRM collectie. Niet veel later kreeg het NRM ook nog de ANS albedo simulator geschenken van Ad Vialle, het voormalig Hoofd Ruimtevaart Test en Integratie van Fokker Space. Met deze hoeveelheid objecten werd de ANS een volwaardig onderdeel van het nationale ruimtevaarterfgoed in de NRM expositie.

ANS expositie en documentaire

Eind 2018 werd het NRM benaderd door Jasper Huizinga van De Loods Media-producties voor ondersteuning bij de subsidieaanvraag voor de ANS documentaire. Stichting Beeldlijn in Groningen was gevraagd om dit project te leiden. Door Beeldlijn werd een aanvraag gedaan bij het Mondriaanfonds, dat een fonds beheerde voor het onder de aandacht brengen van nationaal materieel erfgoed. Een documentaire over de eerste Neder-

Over het ontstaan van de documentaire 'ANS – Nederlands eerste ruimteavontuur'

door Jasper Huizinga – documentairemaker

Als filmmaker is het 't mooiste wanneer je je eigen interesses kan combineren met je vak. En dat gebeurde toen ik in februari 2014 in het Nationaal Ruimtevaartmuseum in Lelystad was. Ik werd door een oudere heer – die zich aan me had voorgesteld als Jan de Koomen – over het tentoonstellingsterras van het museum geleid en bekeek de collectie. Op zeker moment wees mijn gids naar een gouden doos met blauwe vleugels en antennes die als een futuristische vlinder aan de spanten van het gebouw hing. Of ik wel wist wat dat was. "Ja natuurlijk", zei ik. "ANS, de eerste Nederlandse satelliet". Er glommen pretlichtjes in zijn ogen. Hij wees op zichzelf en zei met een brede grijns: "Die heb ik gebouwd!"

Een spannend verhaal

Ik besepte dat mij hier een prachtig onderwerp op een presenteerblaadje werd aangeboden, over een bijna vergeten hoofdstuk in de Nederlandse ruimtevaart. Ik liep er een paar dagen op te broeden en legde het idee voor aan mijn vriendin en medefilmmaker Lotte Veltman. Ze zag direct de potentie van dit verhaal. Samen begonnen we te schrijven aan een filmplan en een script. We gingen op zoek naar origineel film- en fotomateriaal en vonden een schat aan unieke beelden in diverse archieven.

TV-programma 'Andere Tijden' wilde wel als uitzendplatform dienen waardoor de financiering ook substantiële vorm begon te krijgen. Maar toen kwam het bericht van 'Andere Tijden' dat ze het "uiteindelijk toch niet zo'n spannend verhaal" vonden en dat ze zich terugtrokken uit de overeenkomst. Daarmee waren we terug bij af.

We besloten desondanks, hoe dan ook, door te zetten. Omdat het wél spannend was en omdat het verhaal van de ANS voor de toekomst opgetekend moest worden uit de monden van hen die er aan hadden meegewerkt. In mei 2016 filmde we alvast de eerste drie interviews, vooral omdat Kees de Jager en Jan de Koomen beiden de go al voorbij waren. Maar na die interviews viel de productie van de film voorlopig stil.

Samenwerking met NRM

Ruim anderhalf jaar later konden we onze film onderbrengen bij filmproducent Stichting Beeldlijn, waar Lotte Veltman en ik al vaker documentaires voor hadden gemaakt. De zoektocht naar

subsidiegevers begon opnieuw. Het Prins Bernhard Cultuurfonds honoreerde het plan en ook SRON en Philips gaven een bedrag. Via een gouden tip kwamen we bij het Mondriaanfonds terecht. Dit fonds was bereid het project mee te financieren, op voorwaarde dat er een museumpartner bij werd gezocht. Die partner lag natuurlijk voor de hand: het Nationaal Ruimtevaart Museum. Er werd een plan bedacht om de ANS een centrale plek op de expositievloer van het museum te geven. In een speciale vitrine zouden alle overgebleven artefacten van de ANS worden tentoongesteld. De film zou daarin een plek krijgen middels een doorlopende voorstelling. Het Mondriaanfonds ging akkoord met ons voorstel. Het Ruimtevaartmuseum zou de kar trekken met Stichting Beeldlijn als filmproducent in een begeleidende rol.

Roet in het eten

Eind 2019 was de subsidie rond en we planden draaidagen in het voorjaar. En toen gooide Covid roet in het eten. Twee jaar lang konden we nauwelijks iets beginnen. In de schaarse periodes zonder restricties filmde we Klaas Wildeman en oud-vluchtleder Martin Lamers. Met hun verhalen erbij konden we starten met de montage. Michiel Hoving maakte drie prachtige animaties voor de film.

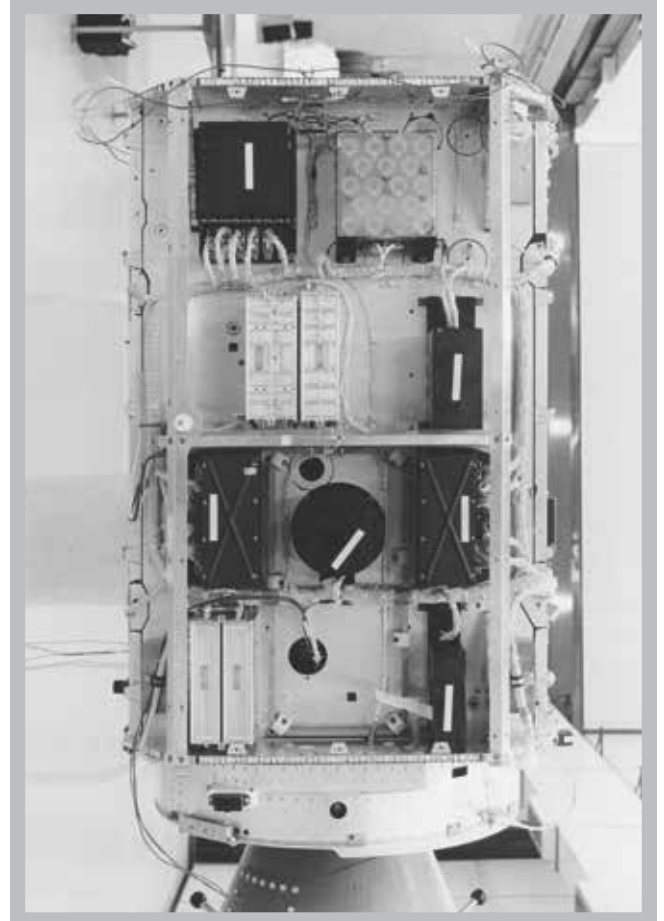
Midden in die periode overleed Jan de Koomen, waarmee we één van de grondleggers van de Nederlandse ruimtevaart verloren. Een paar weken daarvoor had ik nog met Jan getelefoneerd en vertelde ik dat de film grotendeels af was. Hij was erg benieuwd. Niet lang daarna stierf ook Kees de Jager, op honderdjarige leeftijd. Tot onze grote spijt hebben beiden de film nooit kunnen zien. In de nazomer van 2021 ronden we de opnames af met sterrenkundige Marlies van de Weijgaert en een groep studenten van de faculteit sterrenkunde van de Rijksuniversiteit Groningen. De ANS behoort tot de canon van de Nederlandse wetenschap: we hebben het verhaal vastgelegd en voor een breed publiek toegankelijk gemaakt. Maar zoals dat gaat bij het maken van documentaires: veel opnames halen de uiteindelijke montage niet. Hoe interessant het materiaal ook mag zijn, het past soms niet in de verhaallijn van de film. Daarom hebben we het volledige ruwe materiaal van de interviews geschonken aan het archief van het NRM. Zo blijft het beschikbaar voor onderzoeksdoeleinden.

landse satelliet is in dat opzicht een duidelijk object. Het Mondriaanfonds wilde echter dat dit ondersteund zou worden door een partij waar het resultaat aan het algemene publiek getoond zou worden. Op deze manier kwam het NRM in beeld. Het idee ontstond voor een speciale expo-

sitie van de ANS in het museum, met een grote vitrine waarin naast de beschikbare ANS collectie ook de documentaire continu getoond zou worden aan het publiek. Halverwege 2019 werd besloten dat het NRM de formele subsidieaanvrager zou worden voor het hele project, dus zowel

de expositie als de documentaire. In december 2019 werd de subsidieaanvraag goedgekeurd.

Het totale project inclusief documentaire, expositie met vitrine, première en onthulling werd geschat op zo'n € 80.000 wat deels door subsidies (naast Mondriaan



Links: ANS Proto-Flight of Back-up Model hangend in het Ruimtevaart museum. [NRM/R. Klompe] Rechts: ANS Structureel Model tijdens ontwikkeling bij Fokker. [Fokker]

ook het Prins Bernhard Cultuurfonds, Philips en SRON) werd afgedekt maar ook door eigen bijdragen van de partners NRM, Beeldlijn en De Loods Mediaproducties. Om risico's in te dammen werd een samenwerkingsovereenkomst tussen NRM en Beeldlijn ondertekend op 11 maart 2020, slechts vijf dagen voor de lockdown vanwege de opkomende Coronapandemie. Het zal duidelijk zijn dat de beoogde deadline voor het project een aantal malen moest worden uitgesteld. Gelukkig werd dit door de subsidieverleners steeds bevestigd.

Expositie met het ANS Structureel Model

Tijdens de opstelling van de subsidieaanvraag werd een concept vitrine ontworpen bestaande uit twee delen om zowel de vele componenten als de inhoud van de ANS te tonen aan het publiek door middel van een mock-up van het frame van de ANS satelliet. Bij meubelmaker Kraayenhof in Groningen werd een offerte gevraagd voor de vitrine en de mock-up. Maar de mock-up werd overbodig

omdat in december 2019 een proefmodel van de ANS satelliet werd gevonden in de opslag van de Aviodrome. Het opmerkelijke verhaal hierachter begint veel eerder. In 1971 is het betreffende proefmodel gebouwd en dat is ook het jaar dat op Schiphol Centrum de Aviodome werd geopend, toen nog zonder de letter "r". Dit was destijds het nieuwe museumgebouw van de Stichting Nationaal Luchtvaartmuseum, gehuisvest in het beroemde koepelgebouw van de Amerikaanse architect Richard Buckminster Fuller. Op de eerste verdieping was een grote ruimtevaartexpositie gevestigd. Na afronding van het ANS project droeg het Industrieel Consortium ANS (ICANS), de diverse proefmodellen van ANS over aan Nederlandse musea en onderwijsinstellingen. Zo kwam het Thermisch Model (TM) in het bezit van het Universiteitsmuseum Groningen. Verder was er het Structureel Model (SM), dat destijds gebruikt is om de stevigheid, schokbestendigheid en stijfheid van het ontwerp van de ANS satelliet aan te tonen. Het werd nadien gedoneerd aan de Aviodome op Schiphol Centrum

en was daar publiekelijk te bezichtigen totdat in 1992 de ruimtevaartexpositie plaats moest maken voor een uitbreiding van de luchtvaartexpositie. Het SM werd ingepakt in een grote kartonnen doos en verdween in de opslag.

In 2003 verhuisde de Aviodome van Schiphol Centrum naar Lelystad Airport en opende onder de licht aangepaste naam Aviodrome. Een jaar later kwam de nieuwe ruimtevaart expositie van NRM tot stand zonder het SM, want deze was tijdens de verhuizing naar Lelystad ongezien naar de opslagzolder van de T2 hangaar verdwenen. Vervolgens vergat vrijwel iedereen dat er een uniek Nederlands ruimtevaartartefact in eigendom was van de Aviodrome. Daar kwam uiteindelijk in december 2019 een eind aan toen de Aviodrome de inhoud van de opslagzolder aan een nieuwe inventarisatie onderwierp en er een doos met daarin een satelliet aantroef. Zeholy Pronk werd door de Aviodrome Facility Manager uitgenodigd een kijkje te nemen en hij constateerde dat het een model van de ANS satelliet op ware grootte betrof. Kort

daarna stelde NRM vrijwilliger en ruimtevaarthistoricus Ronald Klompe vast dat dit het verloren gewaande Structureel Model van de ANS satelliet was, een constatering die kort daarna bevestigd werd door Ad Vialle. Het vervolg was voor de hand liggend: in plaats van gebruik te maken van een mock-up kon nu het allereerst gebouwde space frame van de ANS satelliet in de vitrine worden opgenomen. Eigenaar Aviodrome gaf goedkeuring voor dit plan en stelde het SM op basis van bruikleen beschikbaar. Vanwege de Corona pandemie kon pas in december 2020 het SM gedemonteerd worden: de thermische deken en de sandwich buitenpanelen werden verwijderd. Het feitelijke space frame bleek in opmerkelijk goede staat, maar was erg vuil. Inmiddels was de vitrine grotendeels gebouwd en werd deze in januari 2021 door vertegenwoordigers van NRM op locatie in Groningen geïnspecteerd, ter voorbereiding op de levering en installatie in de ruimtevaart expositie. Door de coronamaatregelen en een kleine constructiefout bleek het pas mogelijk de vitrine op te bouwen in december 2021, vlak voordat een nieuwe lockdown werd ingezet. In de tussentijd was het SM schoongemaakt en voorzien van een adapter om het SM te kunnen plaatsen op een elektrisch aangedreven draaischijf in de vitrine. Ter afronding werden diverse ANS elektronica componenten gemonteerd op hun oorspronkelijke plek in het SM en werden twee van de vier sandwich buitenpanelen, en een deel van de thermische deken weer aangebracht zodat het SM als gedeeltelijk opengewerkt object wordt geëxposeerd.

In de zomer van 2021 ontvielen ons twee hoofdrolspelers uit de ANS geschiedenis. Zowel Jan de Koomen als Kees de Jager waren belangrijk voor de realisatie van de ANS. Jan de Koomen voor de satelliet zelf en Kees de Jager voor de wetenschap. Beiden zijn uitvoerig geïnterviewd voor



Boven: video still uit een animatie met Jan de Koomen en Piet van Otterloo uit de documentaire. [De Loods Mediaproducties] Midden: video still: ANS-ploeg, ca 1968 - Piet van Otterloo en Jan de Koomen met in midden een kartonnen model van ANS. [De Loods Mediaproducties] Onder: foto première/onthulling: de documentairemakers Jasper en Lotte in het zonnetje gezet na de première van de documentaire. [NRM]

de documentaire maar hebben helaas het eindresultaat niet meer kunnen meemaken.

Onthulling, première en reacties

In maart 2022 kwamen eindelijk de documentaire en de ANS expositie bij elkaar. Tijdens een bijeenkomst op 27 maart is de volledige Nederlandse versie vertoond in een beperkte kring van voornamelijk mensen die ooit een rol hadden gespeeld in het ANS project. Na de presentatie van de documentaire werd de ANS vitrine, met daarin het Structureel Model, gedoopt tot "Ir. Jan de Koomen vitrine" en onthuld door zijn kleinkinderen. In de expositie wordt een enigszins verkorte versie van de documentaire getoond en er is ook een Engelse versie beschikbaar voor eventuele internationale belangstelling (een trailer is beschikbaar: <https://vimeo.com/664843176>).

In april 2022 – meer dan acht jaar na het eerste idee – was het dan eindelijk zover: 'ANS – Nederlands Eerste Ruimteavontuur' ging publiekelijk in première in Groningen. Deze première werd feestelijk voorafgegaan door een (door SRON Groningen georganiseerd) carillonconcert met een ruimtevaart-thema. Onder meer "Fly me to the Moon", "Across the Universe", "Life on Mars?" en "Satellite of Love" klonken uit de Martinitoren over de stad.

De film werd goed bezocht en draaide tweemaal. De reacties waren erg positief, ook mensen die niet speciaal in ruimtevaart waren geïnteresseerd vonden het een boeiende documentaire. In september 2022 draaide de film in een goed gevulde filmzaal in Den Burg op Texel, de woonplaats van Kees de Jager. Begin november werd ANS genomineerd voor de Noorderkroon Award op het Noordelijk Filmfestival in Leeuwarden en in december 2022 draaide de film op het Bettiah International Film Festival in India. Ook in 2023 zal ANS nog te zien zijn op diverse filmfestivals.

Zeholy Pronk is oud NLR medewerker vooral werkzaam geweest in de bemande ruimtevaart en de Europese Robot Arm (ERA). Hij is al vanaf 2002 bestuurslid van de Stichting Ruimtevaart Museum (SRM) en voorzitter vanaf 2012. Hij was namens SRM de projectmanager voor het ANS project. Ronald Klompe is al 25 jaar verbonden aan het Nationaal Ruimtevaart Museum als vrijwilliger en ruimtevaarthistoricus.



Boven: ANS Vitrine met het ANS structureel model en allerlei ANS onderdelen. [NRM] Onder: de ANS ploeg poseert voor de Scout op de Western Test Range, Vandenberg Air Force Base.

Ook verzorgt hij regelmatig lezingen over ruimtevaart. Na een universitaire opleiding Biologie is hij sinds 1999 werkzaam in de IT industrie. Zijn rol in het ANS project betrof het gereedmaken van het ANS Structureel Model voor expositie.

Jasper Huizinga is filmmaker en maakt samen met Lotte Veltman al meer dan 20 jaar documentaires over uiteenlopende onderwerpen. Verder is hij ruimtevaartenthousiast en papiermodelbouwer. (www.deloods.com).



One Giant Leap: Captivating Humanity as We Head Back to the Moon

Laura Gibson, Michel van Pelt

There we were again. Gathered in a bright room at the University of Twente, with finalists from Technasia (technical high schools) across the region nervously waiting to find out whether they would be chosen to fly to Houston, Texas this summer.

15-17 years old, each of these students had been chosen by their schools based on an initial report and presentation on monitoring the Earth from space. Each student had explained what they would like to measure from space, as well as why they chose that and how they would execute on the design. To enter the finale, each finalist then completed a report in Dutch and a short video in English on how they would solve this year's finale assignment. For the finale, they had been asked to design a 30 cm x 30 cm x 30 cm gadget that would be sent with an Artemis lunar mission. The goal of the gadget was to captivate humanity and drive interest and engagement with the Artemis mission. The jury had been sent the reports and videos a few days ahead of time, and had read and watched all of these inputs intently. But everything could change on the day of the finale. Which students would defend their ideas with grace and clarity? Which ones would show an understanding of the scientific principles guiding their choices? Which would stand out for their motivation? The best was yet to come. But what were they competing for? Two flights and spots representing the Netherlands at the United Space School in Houston, Texas. The United Space School

was founded by NASA employees and is run by a registered non-profit organisation, the Foundation for International Space Education. Every year some 50 students from around 25 countries spend two weeks together designing a mission to Mars. Before the program, every student is required to complete a standard set of assignments to level-set their knowledge of spaceflight before they land in Houston. They then receive lectures, stay with host families, experience unique tours, and represent their culture at the culture fair. The program divides the students into five teams, each team in charge of a specific aspect of a Mars mission, from mission control, to rocket science, to new space economics, to robotics, to living on Mars. Each team has an expert mentor from the industry and works together in classrooms at the University of Houston, Clear Lake. Teams are also required to coordinate amongst themselves to ensure that all their project requirements align. Finally, they present their findings to a panel of experts, and celebrate their success with a graduation ceremony. Over the course of this two week program, the students make friends from around the globe, and luckily with communication these days they can

stay in touch for years, and become part of a small, but passionate community of alumni [see also Ruimtevaart 2018-2]. In short, a life-changing experience was on the line. So how do you choose who deserves it? Before hearing from the finalists, we started with a quick ice breaker, in which each group of students was requested to draw a mission patch. The trick? They had to do so while keeping all their hands 30 cm from the pen. Not only was this a fun way to shake off some nerves, it was also an opportunity for the judges to see how the students interact in group situations. Each group also got to present their 'patch' and explain its symbolism (unique dots from having dropped the pen can suddenly symbolise stars). After all, in Texas they will need to work together intensively with students from many nationalities and backgrounds. After they presented their mission patches, we quickly shifted to presentations, during which the whole hall reviewed each finalist's video pitch, and they were asked questions by the jury and others. The jury made an effort to ask questions to test how well the candidate had thought through their gadget and its application. Sometimes the question was very specific



Top left: Merle's video depicting her lunar experiment around how sound travels in space – both inside and outside the lunar capsule. Top right: students working together to draw a mission patch at the competition finale. Bottom left: the cover of Daan Pluimers' report, depicting a model of his 'Lunartist'. Bottom right: Lise in action during the mission patch drawing challenge.

– like what is the diameter of your antenna? For others we offered a theoretical pot of money from which they could modify their idea, in order to test their ability to expand their concept and think on the fly. The ideas were really unique, and showed each candidate's personality well. One finalist suggested using sensor-filled bodysuits to create 3D holograms of the astronauts while they're out on the lunar surface, with the intention to bring those back to Earth and put them in museums for people to interact with. Another wanted to send a radio signal from the Moon to all of Earth signifying that we need to take care of our planet and we only have so much time to save it. Amidst all of these great ideas, Merle Dijk and Daan Pluimers stood out for a few reasons. Here are their ideas, so that you can see for yourself!

Merle Dijk brought an idea to perform an experiment showing that you cannot hear sound in space. The required equipment comprises a speaker connected to a source of music, and a microphone. Astronauts would first perform the experiment on-board their pressurised spacecraft, with

one astronaut holding the speaker and another the microphone at some distance. Naturally the microphone would pick up the sound, which would then be relayed back to Earth and the general public to hear. Once on the surface of the Moon the astronauts would repeat the experiment, but this time the public would hear only... silence. Although people familiar with spaceflight and astronomy will know there is no sound on the Moon due to a lack of atmosphere, the general public is used to science fiction movies in which laser sounds and explosions accompany battles in the vacuum of space.

Merle stated that she noticed most of her fellow class members were surprised to hear that there is no sound on the surface of the Moon ("in space, no one can hear you scream" as the movie poster for Alien declared). Merle compared her idea to the famous hammer and feather experiment from Apollo 15, where astronaut Dave Scott demonstrated that in a vacuum as exists on the Moon, falling objects hit the ground at the same time irrespective of their mass or density, as Galileo already

stated long ago. Not only was it cool that she wanted to send Elton John's 'Rocket Man' out into the universe, she had also thought through all of the associated logistics and technical implementation of her experiment. During the finale the jury was so enthusiastic about her idea that they even started to brainstorm on enhancements on the spot, such as pouring lunar regolith on the speaker to have it vibrate with the music and visually show that the speaker is in fact working despite the microphone not picking up any sound. Daan Pluimers showed true originality with his idea to create an apparatus to draw on the lunar surface, having been inspired by the television programme 'de Zandtovenaar' (re: 'Sand wizard'). Effectively his design is for a small, solar powered rover, named the 'Lunartist', that would use two sticks in a 3D-printer-like moving framework that enables them to move up-down, left-right and forward backward. One stick would be used for thick lines and the thinner one for more detailed work, to draw into the lunar regolith already available. The general public



Our winners Daan and Merle celebrating right after finding out that they will travel to Houston, Texas to be a part of the United Space School this summer.

would be able to upload designs to the rover, for instance through an open competition, for it to then draw these onto the lunar surface to build up a lunar art gallery. Mindful to avoid embarrassing images and political slogans, Daan plans to build in a check of the uploaded images before the rover would execute these on the Moon. And, of course, with no atmosphere, these drawings can remain forever, or until we decide to wipe them out with no damage to the surface itself. The rover would be able to work mostly autonomously, not requiring much attention from astronauts during general operation. It would be equipped with cameras to avoid running over earlier made drawings, as well as for the public on Earth to see the actual drawings made. Once in a while astronauts may need to move it to new, suitably flat area without large stones. Daan showed true eloquence on the spot when challenged by the jury about the positioning of his solar panels. He easily came up with a solution that would meet parameters for the South pole of the Moon – all while thinking out-loud and on the fly. The other finalists of the competition also had very interesting ideas of course. Lise Heuver proposed a small “alien” puppet

that would be able to jump around on the Moon using springs, and that would change colour with the different temperatures experienced on the lunar surface. This would demonstrate the Moon’s low gravity and temperature extremes, while also confronting the general public with their preconceptions of what alien life would look like. The alien would change its appearance from that of a “typical” green Martian to that of a smiling alien to more exotic possibilities. Her concept also foresaw marketing opportunities, as her design could appear on various merchandise, similar to what is done with Olympic Games mascots. Isabelle Jansen’s idea was for a holographic depiction of astronauts working on the Moon, by having them wear body motion sensors which data would be fed into an artificial reality model to be presented as holograms in space museums. She was inspired by the recent ABBA concerts that are using holographic avatars of the musicians. Twan ten Hoeve would like to place a solar powered 3D printer on the Moon that would be fed with lunar regolith in combination with epoxy resin brought from Earth to make various items of

direct or symbolic use to the astronauts. He showed himself to be a truly natural engineer, really focused around building something useful. Bram Hesselink thought of placing a transmitter on the Moon that would send a “Help” message in Morse code to the Earth, where people would be able to pick this up straight from the Moon with a simple radio receiver. This way people would be reminded that in spite of the progress the Artemis lunar missions represent, our own Earth is in trouble and needs our help to remain a liveable planet. The jury specifically liked that both Merle’s and Daan’s ideas were using unique features of the moon, namely the lack of atmosphere and presence of undisturbed regolith. Merle’s concept would make clear what an alien world the Moon really is, even though the surface may look a bit like a desert on Earth, while Daan’s regolith drawings would not last long on the Earth or Mars but can remain virtually forever on the Moon due to a lack of wind and rain. Congratulations to both Daan and Merle as they head to the United Space School in Houston, Texas this summer. Here’s to Daan and Merle! Ad Astra!

Niet of, maar wanneer

Recensie 'Alcohol in Space'

Lorenz van Gool

Stel, je zit met een paar aardse kolonisten op een basis op Mars. Contact met je thuisplaneet heb je al even niet meer gehad en het repetitieve onderzoekswerk komt je nou wel de keel uit. Een heerlijk koud biertje zou je nu wel goed smaken. Maar ja, alcohol maken staat nou niet bekend als een van de meest efficiënte vormen van agricultuur – laat staan op een planeet waar tot nu toe niet zo veel wil groeien. En er waren iets belangrijker zaken die mee moesten in de payload dan een kratje bier. En toch is alcoholproductie- en consumptie in een extreme omgeving als de ruimte (of op een andere planeet) net zo onvermijdelijk als politiek, dood en seks, zo stelt de Amerikaan Chris Carberry in het boek "Alcohol in Space – Past, Present & Future".

Met een boek over de onderwerpen 'alcohol' en 'ruimtevaart' is het niet moeilijk de aandacht te trekken van de gemiddelde redacteur van dit blad. Een recensie liet dan ook niet lang op zich wachten. Nou ja, lang: het boek dateert toch al uit 2019. Is dat erg? Laten we het zo zeggen: een fles goede whisky kan je ook jaren laten staan. Of dat geldt voor dit boek, lees je in deze recensie.

Carberry is waarschijnlijk flink z'n tijd vooruit – maar het onderwerp "alcohol en ruimtevaart" komt ook weer niet helemaal uit de lucht vallen. Initiatieven om alcohol te maken (en te drinken) in gewichtsloosheid zijn er al sinds het begin van menselijke ruimtevaart. De toenemende commercialisering van de ruimtevaart van de laatste jaren geeft hier ook weer een goede slinger aan. Dan is er nog een persoonlijke agenda: de auteur is mede-oprichter en directeur van de stichting Explore Mars Inc., die zich

inzet voor de menselijke expansie naar Mars. Hij neemt ons mee in een wereld die al wat stappen verder gaat dan de need to haves van een Marskolonie, naar de nice to haves.

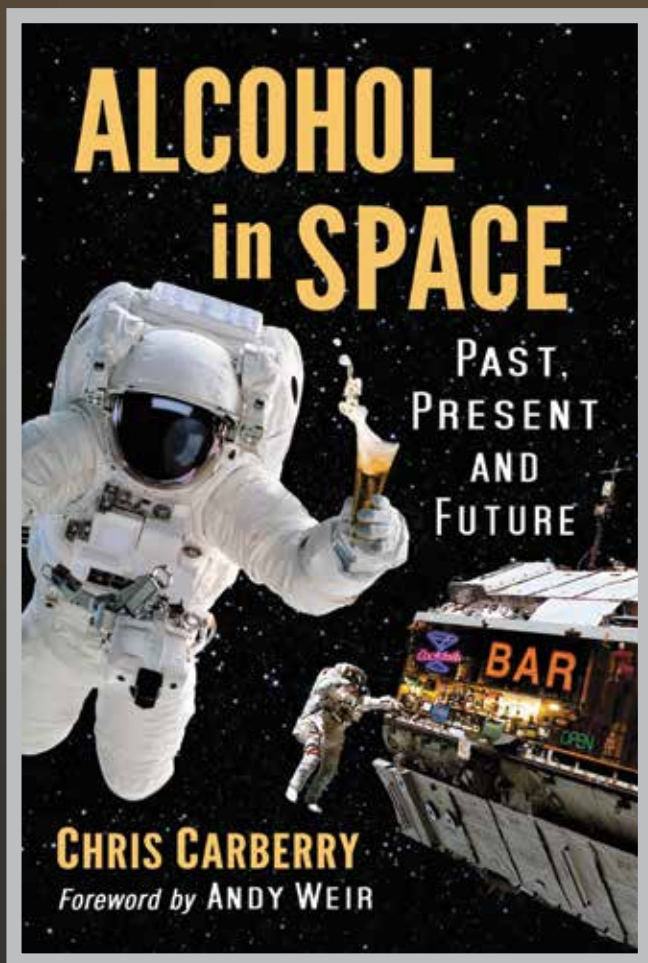
Dit wetende over de auteur, is het boek dus niet heel vreemd. We hebben hier te maken met een liefhebber die het oprecht een vermakelijk onderwerp vindt. Waarvan akte.

Het beste komt dit naar voren in het derde hoofdstuk waarin het gaat over de verhalen en anekdotes van alcoholgebruik in de ruimte tot nu toe. En daar krijg je nooit genoeg van, want dit leest natuurlijk als zoete koek. Uiteraard gaat het over kosmonauten die cognac (geen wodka!) meesmokkelen, de net zo losse houding van de Fransen en de bijna tegenovergestelde stijve houding van de Amerikanen ten opzichte van alcoholgebruik in het ISS – bang voor een PR-nachtmerrie.

Maar hiervóór moet de lezer zich echter

worstelen door twee hoofdstukken: de historie van alcohol en de representatie van alcohol in ruimtevaart binnen science fiction en populaire cultuur. De geschiedenis van alcohol is op zich aardig beschreven, maar leest óók als een hele lange verantwoording voor het onderwerp van het boek. Ter vergelijking: de verantwoording van een academische paper is vele malen korter. Maar wat het boek hierdoor zeker duidelijk weet te maken, is dat alcohol buiten de stratosfeer (of mesosfeer, het is maar welke definitie van 'ruimte' je aanhoudt) een rol van betekenis gaat spelen. Het is te vergroeid met onze samenleving, met mens zijn, dat het dus niet een vraag is óf dat gaat gebeuren, maar wanneer.

Wat volgt zijn hoofdstukken over de commerciële initiatieven van producenten van bier (Hs 4) en wijnen en whisky (Hs 5), waarin duidelijk wordt dat zulke projecten meer marketingwaarde opleveren dan daadwerkelijk indrukwek-



Een van de vele commerciële voorbeelden uit het boek: een "Space Glass", ontworpen door Ballantine's en de Open Space Agency in 2015 om probleemloos sterke drank te drinken in de ruimte. [Ballantine's]



kende resultaten. De initiatieven vliegen je echter om de oren. Als het kwartje nog niet gevallen was, dan valt het nu wel: de opsommingstijl begint aardig te vervelen.

Over het onderwerp 'Farming in Space' (Hs 6) is logischerwijs te weinig bekend, maar dat weerhoudt Carberry er niet van om toch weer terug te slaan met een leerzaam hoofdstuk dat induikt in de wetenschap achter kweekprocessen en de potentie daarvan in gewichtloosheid of op Mars.

Tijd voor het grootste punt van kritiek: het boek voelt, op twee hoofdstukken na, als één grote opsomming. Daar is niets mis mee, maar van een meer beschouwend en wetenschappelijk boek hadden we meer opgestoken. Het boek "En nu naar Mars" (2020) bijvoorbeeld, van de Belgische oud-journalist Pieter van Dooren, weet onderwerpen als historie, wetenschap, ondernemen, politiek, technologie en filosofie in relatie tot

reizen naar Mars vakkundig met elkaar te verweven. Carberry daarentegen presenteert losse hoofdstukken die niet samenhangen en eerder lezen als kronieken. Dat heeft per definitie als nadeel dat het boek vatbaar wordt om ingehaald te worden door de actualiteit – een valkuil die Van Dooren heeft weten te omzeilen. Carberry blijft dus erg op de oppervlakte waardoor de ondertitel "Past, Present & Future" enigszins pretentiefus aandoet. Het siert de auteur om niet te blijven hangen in enkel de Amerikaanse kijk op zaken; de rest van de wereld komt ruim aan bod. Maar een keuze maken in stijl of onderwerp had het boek meer gewicht gegeven.

Resumé: de vermakelijke anekdotes zijn het lezen meer dan waard, en laten elke ruimtevaartfanaat snakken naar meer. Maar die belofte wordt nooit helemaal waargemaakt. Haal je deze verhalen weg, blijft van een boek met de titel 'Alcohol in Space' verrassend droge kost over.

**Alcohol in Space –
Past, Present & Future**
Chris Carberry

McFarland & Company, Inc.,
Publishers 2019
e-ISBN: 978-1-4766-3792-1
225 blz
€14,99 (e-book)



Revolution Space

A revolution in space has begun

Emily Baldwin, Marie Deschamps, Julien Harrod, Daniel Scuka, Nadjeda Vincente, Jules Grandsire (ESA) and Stuart Clarke (external science journalist)

Looking back at Earth from space is one of the most powerful experiences a human being can have, conjuring unexpected and profound emotions. It sharpens a person's sense of connection to the natural world, and the whole of humankind. Astronauts routinely speak of its transformative power, a renewed sense of self, and the feelings of awe that come from looking at the beauty of our world from above. More and more of us are destined to experience this 'overview effect', but only if we choose as Europeans to embrace the potential that the human exploration of space presents to us.

Since 1975, the European Space Agency (ESA) has dedicated itself to leading the world in multiple space domains. When it comes to Earth observation, navigation, telecommunications and the robotic exploration of the Solar System and the wider universe, Europe can proudly say

that it is second to none. But a bold challenge now confronts us: our renewed interest in the Moon. Across the world, there is an impending race to send astronauts to the lunar surface, to extend our human presence and establish permanent, off-world bases. This is a challenge that we as Europeans cannot

ignore. It requires us to act in a decisive manner and commit in a new level of human exploration in space. Only by doing this, will we secure our place in the lunar economy of the future. This watershed moment in history is upon us because of how easy it is becoming to reach orbit. It is driving a revolution comparable to the Internet boom of 20 years ago. The use of satellites and their data is having consequences in all areas of life here on Earth. More than 100 lunar missions have been announced for launch by 2030, and Europe is only leading two of them! This is not enough to maintain our international and economic standing. Human transportation to space is also becoming increasingly cost effective. As Europeans, we cannot afford to be left behind.

At present, only the US, Russia and China can launch their own astronauts, and soon India will join the list. Europe, by design, has no independent human launch capacity. In the past, Europe chose to conduct its astronaut programme in partnership with others. For decades,





In the next decade, ESA should itself be able to land astronauts on the lunar surface. [ESA–Olivier Pâques]

this bartering worked well; ESA supplied critical components for the International Space Station, and now the Artemis missions, all in return for regular rides into space for one of its astronauts. It also built a Russian Soyuz launch pad at Europe's spaceport in Kourou, French Guiana. But now, the world has changed. The collapsed relationship with Russia following the Ukraine invasion, the increasing rivalry between the US and China, and the unparalleled growth of private American space companies that provide launch services means that the international landscape is fundamentally shifting from cooperation to something more competitive.

Europe must act if it is going to retain its pre-eminence in space and its standing in the world. We must develop the independent capability to launch our own astronauts and place them on the Moon within the next decade. With the mandate from the Space Summit in November 2023, ESA will design a proposal to match the #RevolutionSpace ambition and be funded by decision of the

Ministerial Council in 2025. The road will not be easy. First, we must believe that we can do this: our success in the areas of space that we have chosen to prioritise speaks for itself. And now there is a generation of young talent and a skilled workforce poised to move forward and achieve even more. Second, we must un-

derstand that by placing Europeans on the Moon we are not engaging in some meaningless act of bravado. It is a decisive commitment to a more prosperous, secure Europe for us all. Third, the more independent we become, the more attractive we will be to our existing partners, and to others who seek partnership

Benefits

Economic: The global economy is currently worth 350-450 billion euros per year and could rise to 1 trillion euro before 2040. Through this initiative, Europe can catch a fair share of this global economy and avoid the brain and tech drain, stimulating whole new areas of our economy and building an entrepreneurial ecosystem.

Geopolitical: Autonomy in space exploration will soon be a defining factor of the world powers. Without it, Europe further loses in influence, until being left out of the negotiation table, where war and peace are decided.

Social: Revolution space has the power to become a unifying international endeavour, capable of giving the next generation of Europeans, our new entrepreneurs and visionaries, a sense of meaning, identity and hope for the future; in short, a reason to believe in our society.



ESA is already part of the Artemis missions to the Moon; the Orion spacecraft relies on the European Service Module. [NASA/Radislav Sinyak]

Independent Advisory Group report

A panel of independent experts, known as the “High Level Advisory Group” (HLAG) that includes former Secretary General of NATO Anders Fogh Rasmussen, has called on the European Space Agency to significantly increase its autonomy in human and robotic space exploration.

The group presented its independent report on the state of European space exploration, ‘Revolution Space: Europe’s Mission for Space Exploration’ to the 315th session of the ESA Council at ESA Headquarters in Paris on 23 March 2023. In this report, the group argues that human space exploration is undergoing a revolution, which Europe cannot afford to miss. “Countries and regions that will not secure their independent access to space and its autonomous use, will become strategically dependent and economically deprived of a major part of this value chain. Europe’s goal should be to capture one third of this future market,” the report states.

The HLAG, which includes leaders across industry, government, academia and civil society, was established in the summer of 2022 at the request of ESA’s Council. ESA Director General Josef Aschbacher has welcomed the independent report and the challenge it sets out: “Europe is a technology leader in many domains, from ground transportation to clean energy production and from chip manufacturing to the circular economy. We lead in the space domain too, except for human spaceflight where we have been relying on international partners. We mustn’t let access to space be an area that escapes European expertise and leadership. The Revolution Space report is a wake-up call for European leaders to act now and not miss this opportunity. ESA has the expertise and the ambition. Together with our innovative industry, ESA can make it happen.”

An ESA Council working group has been set up review the recommendations of the Revolution Space report and prepare for the next Space Summit, which will be held in Sevilla, Spain, on 6 November 2023.

The full report is available here:

https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/h-lag_brochure.pdf.

with us – and our leadership – to realise their own space ambitions.

What will it cost? Not as much as one might think. To achieve all this will require an additional €1.5 billion of funding every year for ten years. That translates into an investment of just about €3 from each of us per year, a modest increase of the 1.5€ per year from each of us that has funded everything we have achieved so far in ESA’s exploration programme, including astronaut activities. If we can do this, we will stimulate whole new areas of our economy, build a thriving European ecosystem of entrepreneurship that will develop technologies and techniques that can feedback into how we live more sustainably here on Earth, and we will generate a unity of purpose from which all of us can take inspiration.

The cost of inaction is far larger. The global space economy is currently worth €350 - 450 billion per year and could rise to €1 trillion before 2040. Countries and regions that do not secure their own independent access to space will become the ones paying this bill rather than receiving their fair share of it as income.

To walk away from this opportunity now would also mean the loss of our young talent. Europe’s upcoming entrepreneurs and visionaries will be forced to go overseas to pursue their space dreams. To turn our backs on this great endeavour will condemn Europe to the role of consumer at best, spectator at worst, watching from the side lines as the rest of the world unlocks the boundless potential of outer space.

To avoid this ignoble diminishment of Europe, it is imperative that we are among the first of the new generation of moonwalkers. We will stimulate whole new areas of our economy, build a thriving European ecosystem of entrepreneurship that will develop technologies and techniques that can feedback into how we live more sustainably here on Earth, and we will generate a unity of purpose from which all of us can take inspiration. When our children and grandchildren look back at Earth from the surface of the Moon, not only will they feel awe at the beauty of our home planet, they will also feel a profound gratitude that we were the ones bold enough to make their future possible.

We are ready to do this. Let’s go together.

Tumbleweed

Bert Vis

Of the more than 600 people who have been in space, over the years dozens have written autobiographies about their experiences. Among those, Shannon Lucid's 'Tumbleweed' stands out for more than one reason.

Lucid was already a veteran of four Space Shuttle missions (STS-51G, 34, 43 and 58) when she flew a fifth time. But that mission was by far her most remarkable one, if only because with its 188 days it lasted more than five times longer than her first four missions combined. Her book focuses entirely on that fifth flight, and all the challenges that came with it, both during her preparation and her time in orbit.

Lucid was the second of seven NASA astronauts who flew long-duration spaceflights on the Russian Mir space station, as a precursor for the upcoming cooperation between the US and Russia on the International Space Station, which has been continuously manned since early November 2000. As such these seven astronauts were the pioneers of this international cooperation and they met all the difficulties and hardship that came with living in Russia and on a non-American space station.

While eventually there would be a NASA contingent in Star City, for which three condo-like houses were built, Lucid was almost alone in Russia and had to find a solution herself for almost everything she faced. Her pioneering work would make things a whole lot easier for the NASA personnel that came after her, in particular for the many astronauts who would be training in Star City years later in preparation for ISS expeditions.

Obviously, the language barrier was the biggest challenge she faced, but there were also things like the isolation while training in Star City, difficulties in communicating with home, etc. In the book, Lucid stresses that she felt incredibly lucky to be teamed up with 'the two Yuris' (Onufrienko and Usachov) who did their

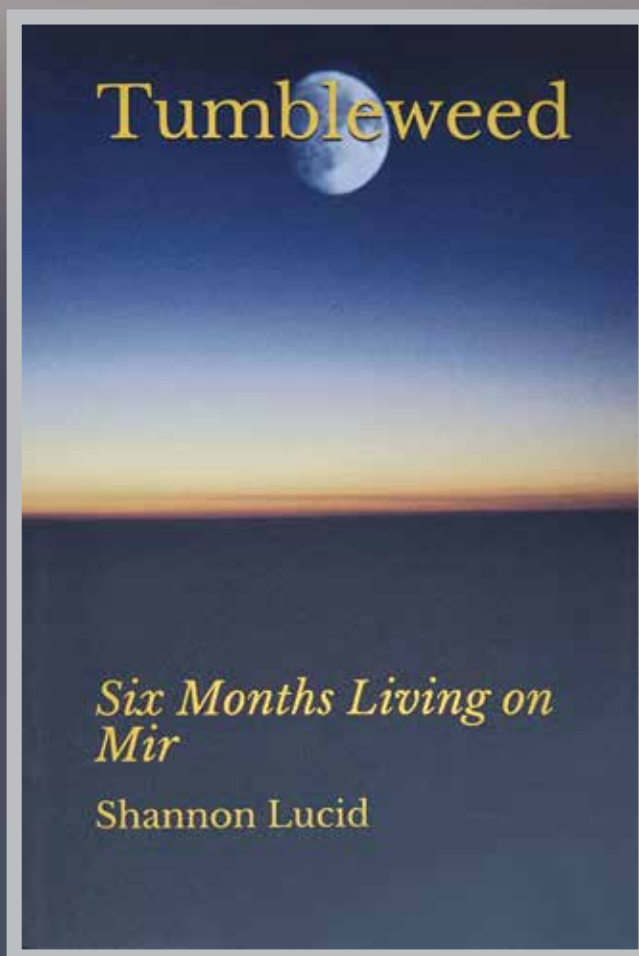
utmost to help her with anything they could, both before and during the flight, and it is clear that the two Russians saw her as their equal on the crew, rather than a guest whose presence they were forced to tolerate.

Lucid describes the various difficulties she encountered while on Mir, and does so in a way that makes the book not too technical. It is in fact an interesting read even for people who may not be particularly interested in spaceflight, but like to read about how two totally different cultures can make things work when they are confined to just a small space from which they cannot step outside whenever they want. All in all, 'Tumbleweed' is a very interesting 196 pages about a mission in a crucial

phase of the history of manned spaceflight. A phase that is overlooked way too often, now that more than two decades have passed. A must-read for everyone who's interested in the manned space program.

Tumbleweed – Six Month Living on Mir Shannon Lucid

Shannon
2020
EAN 9780578671093
206 pages
\$ 12,42

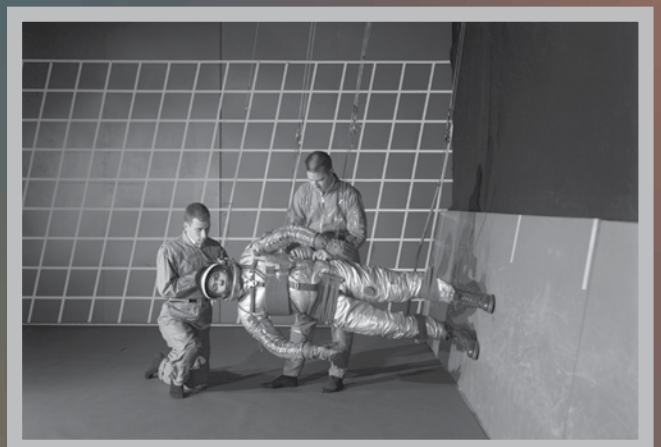


Apollo Astronauts – Training NASA's Moon Men

Netflix-documentaire

Peter van Diepen

Momenteel zijn er een viertal ruimtevaartdocumentaires op Netflix te zien met het accent op het Apollo programma. De documentaires nemen je mee terug in de tijd naar één van de grootste ondernemingen in de geschiedenis van de mens: de maanlanding. Een recensie, met nadruk op de documentaire over de training van de astronauten.



Boven: de astronauten David R. Scott en James B. Irwin van Apollo 15 trainen in de maanrover op aarde bij Kennedy Space Center. [NASA]
Onder: training in de Reduced Gravity Walking Simulator. [NASA]

Wie in de komende lente- maanden wil genieten van prachtige ruimtevaart-beelden en -avonturen, kan zijn hart ophalen bij Netflix met de volgende documentaires: 'Thirteen factors that saved Apollo 13', 'Apollo 17; The untold story of the last men on the moon', 'The Saturn V-story' en 'Apollo astronauts; training NASA's moon men'. Ze bevatten authentiek beeldmateriaal en markeren belangrijke gebeurtenissen in de geschiedenis van de ruimtevaart.

Apollo 13

De documentaire over de Apollo 13 vlucht gaat over de levensbedreigende situatie waarmee de Apollo-astronauten te maken kregen toen ze op weg waren naar de maan. Op een afstand van ongeveer 300.000 kilometer van de aarde ontplofte een tank met vloeibare zuurstof. Om de bemanning te redden van stikstofdioxide-vergiftiging en een tekort aan elektrische energie trok Mission Control alles uit de kast. De documentaire laat zien hoe vindingrijk de technici op aarde waren en ze ieder obstakel overwonnen om de astronauten weer veilig thuis te krijgen.

Apollo 17

Die over Apollo 17 is een eerbetoon aan de laatste drie astronauten die op de maan waren: Eugene Cernan, Harrison Schmitt en Roland Evans. Een eerbetoon dat de astronauten na hun vlucht niet echt kregen, omdat de Apollovluchten minder populair waren geworden en naar de achtergrond werden gedrukt door het nieuws over de Vietnamoorlog. Toch hebben de drie astronauten wel het record op hun naam staan van de langste afstand gereden op de maan met de maanauto, en namen ze zo'n honderd kilo maanstenen naar de aarde terug. Eugene Cernan kreeg de kans om de laatste woorden op de maan te spreken: "Okay jack, let's get the motha outta here". Woorden die veel minder bekend zijn geworden dan de woorden van Neil Armstrong en die het einde markeren van één van de belangrijkste tijdperken in de geschiedenis van de ruimtevaart.

De Saturnus V raket, die uiteindelijk 27 astronauten naar de maan bracht, wordt nog steeds gezien als één van de grootste technische hoogstandjes in de geschiedenis. De documentaire hierover, 'The Saturn V-story', laat zien welke obstakels het team onder leiding van Werner von

Braun moest overwinnen met de bouw van deze raket.

Selectie Mercury programma

In de documentaire 'Apollo astronauts – training NASA's moon men' zien we aan welke eisen de astronauten van de ruimtevaartprogramma's Mercury, Gemini en Apollo moesten voldoen en hoe ze werden getraind en voorbereid op hun vluchten. In het begin nam NASA alleen maar piloten aan. NASA vond het belangrijk dat de astronauten ervaring hadden met het besturen van een vliegtuig, ervaring die ze nodig hadden voor hun vluchten in de ruimte. Later werden er ook astronauten met een andere (wetenschappelijke) achtergrond geselecteerd.

Hoe ging de selectie van de astronauten in zijn werk? In de eerste selectieronde voor het Mercury programma werden er 473 dossiers bekeken van piloten. Daarvan mochten er 101 verder. Die moesten aan een aantal voorwaarden voldoen: opleiding tot testpilot, minstens 1.500 vlieguren, jonger dan veertig jaar, niet groter dan 1,78 meter en ervaring hebben met techniek. Uit de 32 kandidaten die na de volgende ronde werden geselecteerd bleven er zeven over die de astronauten van het Mercury-programma werden. De trainingen die deze astronauten kregen waren zeer intensief. Het is indrukwekkend om te zien hoe creatief het team van medische-, en technische experts was om de astronauten te trainen en met, voor onze maatstaven, primitieve technieken werkten. De astronauten werden tot het uiterste getest. Het waren de eerste Amerikanen die de aarde vanuit de ruimte zagen. Dat levert voor de kijker spectaculaire beelden en enthousiaste reacties op van de astronauten.

Gemini

In het Gemini programma moesten er een aantal tests gedaan worden in de ruimte met de ruimtevaartuigen en astronauten voordat er naar de maan gevlogen kon worden: rendez-vous en docking, ruimtewandelingen (Extra-Vehicular Activity) en een vlucht van twee weken in de ruimte. Ook voor dit programma werd gekozen voor astronauten met vliegervaring als piloot. Eén van de belangrijkste trainingen die de astronauten kregen was die van het ervaren van gewichtloosheid. Hoe test je zoiets op aarde? Bekend uit die tijd is de zogenaamde 'kots-komeet'; een vliegtuig

waar alle stoelen uit gehaald waren en waar de gewichtloosheid voor 15 à 20 seconden kon worden nagebootst in een vrije val van het vliegtuig.

De technici waren zeer ingenieus en verzonden allerlei experimenten om astronauten voor te bereiden op hun wandeling in de ruimte. Eén van de trainingen was in een waterbassin. Daarnaast zien we beelden van één van de astronauten liggend op een "tafel", zwevend over een vloer doordat er lucht uit de poten van de "tafel" wordt geperst. En in een ander experiment "loopt" een astronaut over een verticale wand terwijl hij middels kabels aan het plafond hangt (Reduced Gravity Walking Simulator). Beelden die nu erg primitief aandoen.

Apollo programma

Tijdens dit programma wordt het steeds duidelijker dat de astronauten specialismen kregen. En daarvoor specialistisch werden getraind. Het besturen van de capsule (Command Module) was een andere specialisatie dan die van het besturen van de maanlander (Lunar Module). De training voor de maanlander was niet zonder risico's, want drie van de vijf oefenmaanlanders crashten. In één ervan zat Neil Armstrong die ternauwernood kon ontsnappen en weer veilig op aarde kon terugkeren met een parachute. Een gemis in deze documentaire zijn de gebeurtenissen omtrent Apollo 1 waarbij de bemanning (Grissom, White en Chaffee) om het leven kwam door een uitslaande brand in de capsule.

De astronauten die naar de maan gingen moesten veel foto's maken van het oppervlak en de geologische formaties op de maan, zoals kraters en bergen, en kregen daarvoor speciale trainingen. Tijdens de laatste missie, die van Apollo 17, ging er voor het eerst een astronaut mee met een wetenschappelijke (geologie) achtergrond; Harrison Schmitt. Geologisch onderzoek op de maan was belangrijk geworden.

Het verhaal van de trainingen van de Amerikaanse astronauten in het Mercury, Gemini en Apollo programma is een verhaal van het ontwikkelen van steeds meer specialismen en een steeds breder wordend beeld van de astronauten die geselecteerd werden. Maar alle astronauten die aan de programma's deelnamen hadden twee kenmerken: vastberadenheid en sterk in teamwork.


Unsuccessful First Launches

Michel van Pelt

Space is hard. And especially so for new launch vehicles, as SpaceX recent first attempt to launch its Starship into orbit demonstrated. First launches tend to have a high chance of failure, often due to unforeseen complications, equipment not working as advertised, or software errors. The high risk means that astronauts are never put on top of never-before-flown launchers, with the noted (and in hindsight astonishing) exception of STS-1, the first Space Shuttle mission.

Maiden flight mishaps are now generally seen as failures, but in the 1950s and 1960s they were regarded as an unavoidable part of the development programme. Nearly half of the first 40 launches in the Atlas programme were unsuccessful, but all that was learned led to a very capable ICBM and space launch system of which a successor version is still flying today. SpaceX has re-introduced this philosophy of "fail fast, learn faster" and hence sees its first attempt to put Starship into orbit as a learning experience rather than a serious problem. It enables the company to move faster than modern government-led launcher programmes.

An overview of various rocket "maiden flights" that were less than fully successful.



The first flight of Ariane 5, in 1996, ended prematurely in self-destruction when the vehicle veered off course due to a guidance software design error. Because of the lack of confidence in the new launcher, ESA had put its Cluster satellites of the Cluster science mission onboard. The failure was a double blow for the space agency.

SpaceX is very successful now, but its first three launches failed to achieve orbit. The first Falcon 1 flight ended prematurely due to a propellant leak and subsequent fire, making the rocket pitch over rapidly at T+26 seconds. [SpaceX]

Lift-off and most of the flight of India's new Small Satellite Launch Vehicle (SSLV) went well in 2020, but the fourth stage fired only for 0.1 second instead of the intended 20. This put its two satellites on an elliptic trajectory that plunged them back into the atmosphere. [ISRO]

The US first attempt to launch the Test Vehicle 3, barely made it to orbit as one engine lost thrust, the rocket pitched over and exploded in a huge fireball. The failed attempt "Flopnik" and the successful Soviet launch of the world's first satellite. [NASA]



...turely in
...ourse due to
...he high
...ts four
...board, rendering
...y. [ESA]



The Atlas series of ballistic missiles and space launchers had a troubled childhood. In this screen capture the first vehicle is seen plunging back to Earth and breaking up in 1957. [San Diego Air and Space Museum]



In March this year Japan launched its new 4/3 rocket. The first part of the flight, with core stage and boosters, went well. However, the second stage failed to ignite, resulting in a destruct command. [JAXA]



The first and only flight of the low-cost Conestoga 1620 in 1995 ended in an explosion 46 seconds after lift-off, caused by guidance system problems. The company developing the launcher went out of business due to delays and budget overruns in the NASA funded programme. [NASA]

...orbital flight, with Vanguard
...e if off the ground. As the
...cket fell back onto the pad
...all. The press named the pad
... "Kaputnik", contrasting it
... launch of Sputnik, the
...]

A problem with one of the strap-on booster on its first mission made the Brazilian VLS-1 rocket climb unbalanced, triggering a destruction signal 65 seconds after launch. The second launch also failed, while the third VLS-1 exploded on the pad in 2003, killing 21 people and ending the programme. [Rede Globo]



The N1, of which a full scale mock-up is seen here on the launch pad, was the Soviet answer to NASA's Saturn V rocket of the Apollo programme. The first launch in 1969 ended in failure, as excessive vibrations damaged equipment and ruptured propellant lines. The next three launches also failed spectacularly. The Soviets covered up the programme and denied for decades that they had attempted to win the Moon Race. [National Reconnaissance Office]



Here comes the Sun

Waar wetenschap en cultuur elkaar ontmoeten en versterken

Kim Regnery

Op 22 en 25 april werden de leden van de NVR uitgenodigd door het Metropole Orkest om een kijkje "achter de schermen" te nemen bij de voorbereidingen voor op de Solar Orbiter missie geïnspireerde concerten. De combinatie van ruimtevaart en muziek ontstond door de samenwerking tussen de European Space Agency (ESA) en het Metropole Orkest, met als doel een ode te brengen aan de zon.

Tijdens de beide edities in Amare (Den Haag) en Carré (Amsterdam) mocht de NVR meekijken bij de soundcheck die aan de optredens voorafging. Hier kon worden gezien hoe, een aantal uur voordat het grote publiek binnen mocht komen,

door de leden van het orkest de puntjes op de i werden gezet. Dit allemaal om het tipje van de sluier op te lichten en meer te zien van hoe het orkest de voorafgaande maanden van idee naar concept is gegaan, en van concept naar werkelijkheid met alle bijbehorende techniek en artistieke afwegingen.

Om meer over deze bijbehorende techniek en artistieke afwegingen te leren werden de leden na de soundcheck door onder andere de componist en regisseur ontvangen. Na meer informatie te hebben gekregen over het ontstaan van het orkest en de samenwerking met ESA, was er de mogelijkheid om vragen te stellen

en op deze manier meer te leren over de wereld van muziek.

Toen in de avond het concert begon, werd iedereen meegenomen in een reis rond de kosmos. Het orkest, onder leiding van Jochen Neuffer, werd vergezeld door presentator Twan Huys en met wetenschappelijke uitleg bijgestaan door ESA wetenschapper Mark McCaughrean. Zo werd bijvoorbeeld het mooie, oude theater Carré gebruikt om datgene dat je in wezen niet goed kan bevatten toch op een leuke manier inzichtelijk te krijgen; de afstand tussen de aarde en de zon en hoe de Solar Orbiter satelliet daartussen beweegt binnen de ringen van het theater.



In de twee uur van het evenement werd het thema 'zon' op verschillende manier belicht. Zo werd er meer verteld over de geschiedenis van de zon en andere sterren in ons heelal. Hoe is ons zonnestelsel ontstaan en hoe zal het einde van het leven van onze ster eruitzien? Ook werd er een kleine crashcourse 'our sun in religion around the world' gegeven door McCaughrean. De zon is niet alleen voor dit concert een enorme inspiratiebron geweest, ook kinderen van de basisschool brachten een ode aan de zon door deze in verschillende kleurrijke tekeningen uit te beelden. Door het hele concert heen werden deze diverse thema's en beelden samengebracht met muziek uit verschillende genres.

Eerder tijdens het gesprek met een van de producers van het concert werd er aan de leden van de NVR meer verteld over de inspiratie achter een van de speciaal gecomponeerde stukken: de baan van de satelliet. Deze 'trajectory' van de Solar Orbiter, op zijn reis om meer van de geheimen van de zon te onthullen, werd tijdens het concert op een groot scherm geprojecteerd. Door muziek die precies getimed was op alle 'flybys' kon het publiek zien hoe de Solar Orbiter een hogere inclinatie krijgt en meer van de polen van

onze ster zal kunnen waarnemen. Ook was een groot thema tijdens de concertreeks hoe de zon ons leven hier op aarde beïnvloedt en hoe wij de energie van onze zon gebruiken. Hierbij werd ook meer uitleg gegeven over hoe de aarde momenteel opwarmt en de menselijke invloed/oorzaak. Een van de laatste stukken van het concert kwam tot realisatie naar aanleiding van een prijsvraag voor een nummer dat absoluut gespeeld zou moeten worden tijdens de concerten. De winnaar was het door Hans Zimmer gecomponeerde stuk 'Cornfield Chase' dat ook te horen is in de film Interstellar. In deze film speelt klimaatverandering en de menselijke invloed ook een belangrijke rol.

De concerten waarbij er een combinatie werd gemaakt tussen de ruimtevaart en een ander vakgebied (muziek) waren een feestje voor beide hersenhelften, en kunnen gezien worden als de eerste in een nieuwe reeks evenementen van de NVR. 'Space &', in dit geval 'Space & Music', zal de samenwerking en inspiratie van verschillende vakgebieden in combinatie met de ruimtevaart vieren en zichtbaar maken, met als doel interdisciplinaire conversaties te starten en nieuwe ervaringen op te doen.





Remote Sensing by Satellite

People's Republic of China – Part 2: Military Satellites

Henk H.F. Smid

Satellite remote sensing is defined here as the use of satellite sensors to observe, measure and record electromagnetic radiation reflected or emitted by the Earth and its surroundings for subsequent analysis and extraction of information. In addition, all remote sensing (data) from satellites is considered dual-use.

As was to be expected, the answer from the People's Republic of China (PRC) to the political visit of U.S. House Speaker Nancy Pelosi and a Democratic congressional delegation to Taiwan in August 2022 was in the form of threatening military operations and drills executed against Taiwan. The manoeuvres took place in the waters and skies near Taiwan and included the life-firing of ballistic missiles in the Taiwan Strait. Undoubtedly, the use of the formidable Chinese satellite remote sensing assets made clear to the American military involved, that the ability to deploy warships or aircraft with impunity, and even to operate safely from bases in the region, was no longer the case as it was during the mid-1990s. At that time a crisis erupted over Taiwan's president visiting the U.S., prompting an angry reaction from Beijing. Reacting, the U.S. Navy sent warships through the Taiwan Strait and there was nothing the PRC could do about it. Now, the USS Ronald Reagan aircraft carrier group just remained in the region to "monitor the situation." The greatly improved Chinese satellite surveillance capabilities and inherent intelligence of the last two decades made the difference for the most part. Following is a non-exhaustive overview of the development and current execution of China's military satellite surveillance

capabilities. Since remote sensing (data) from satellites is dual-use, there is no clear distinction between civil and military satellite surveillance, but for the sake of clarity it will be maintained. Only satellites will be covered, ground application systems and infrastructure will not be considered here.

Military remote sensing satellites

Yunhai meteorological satellite (YH)

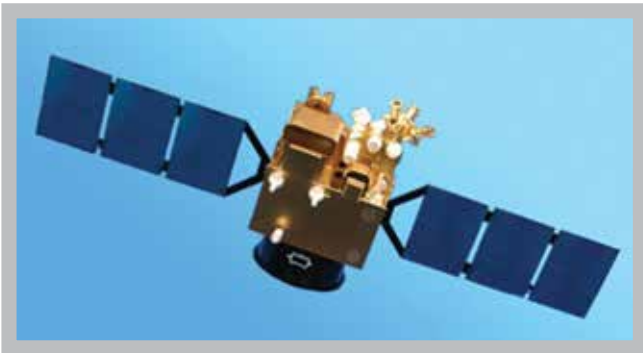
Yunhai 1 is a meteorological satellite series [2016, 2019] in Sun-synchronous orbits (SSO), according to state media used for "detecting the atmospheric and marine environment and space environment, as well as disaster control and other scientific experiments". The Yunhai series are assessed to have military purposes. Yunhai 1 satellites have been built by the Shanghai Academy of Spaceflight Technology, possibly based on the CAST2000 platform. Data provided by the Yunhai 1 satellites complement the information provided by the civil Fengyun meteorological satellites. Yunhai 1-02 [2019] suffered a breakup event on March 18, 2021 probably after an accidental collision with space debris.

Yunhai 2 is a constellation of military meteorological satellites. The satellites reportedly use Global Navigation Satellite System Radio Occultation to collect atmospheric data for weather

forecasting and for ionosphere, climate and gravity research. A first cluster of six identical Yunhai 2 satellites was launched in December 2018 in an 800 km/50° high circular orbit together with a Hongyan 1 prototype communications satellite.

Ludi Kancha Weixing (LKW)

Ludi Kancha Weixing is a high-resolution optical Earth observation satellite for military purposes. Chinese media have stated that the satellites are used for remote sensing exploration of land resources. However, the secrecy surrounding the satellites is extreme, even by Chinese standards, giving credence to the theory that they are part of the country's military topographical, the name means Land Survey Satellite, reconnaissance efforts. Looking at its parameters, the LKW satellites appear to be connected to the Yaogan reconnaissance satellite fleet. Based on its appearance – a hexagonal satellite body with three radial fixed solar panels – the satellite is likely suitable for hosting a telescope of about 65 cm and thus, in a 500 km orbit, achieving a possible ground resolution of up to 0.7 m for PAN and better than 3 m for multispectral and near-infrared images. In 2017 and 2018, two satellites were launched into space. The rapid deployment pace of these four satellites was previously only seen in military-operated satellite projects.



Top left: Launch of six Yunhai 2 satellites and a prototype communications satellite on December 29, 2018. [Xinhua] Top right: Ludi Kancha Weixing Land Survey Satellite. [CCTV] Bottom left: Tianhui 1 topographical satellite. [CAST] Bottom right: Possible Tianhui 2 topographical satellites. [Animation by CCTV-4]

Tianhui Yi Hao Weixing

Tianhui is a collective name for a network of several topographical satellites, built by Dong Feng Hong and operated by the People's Liberation Army. It includes Earth observation missions using optical, radar, gravity and magnetism sensors to obtain geo-information about the Earth. The program provides for the launch of nine satellites of six different types to obtain quantitative research of the Earth's land, sea, gravity and magnetic field. These satellites will form a space-based Earth observation network to conduct both basic Earth survey and detailed survey for key areas or in response to an emergency.

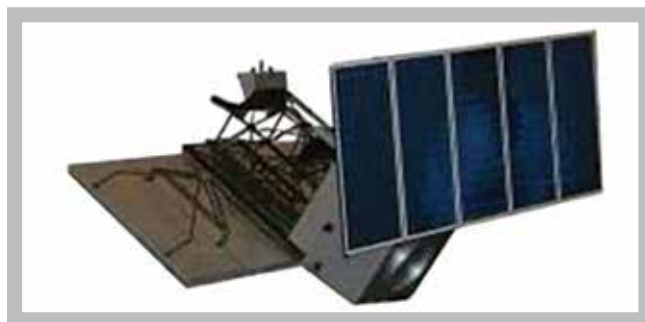
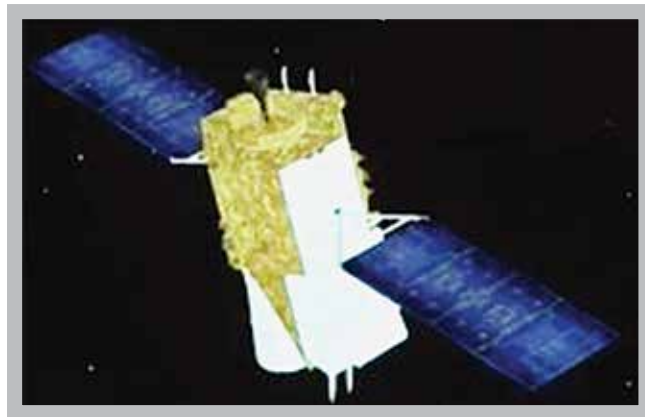
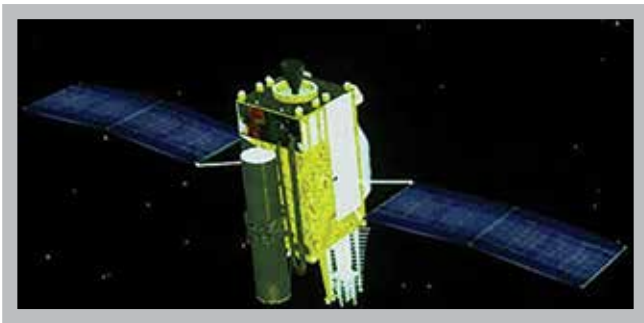
Tianhui 1 satellites are part of the Ziyuan program which includes several civilian and military remote sensing programs. Four satellites of this type have been launched [2010–2021] in 500km SSO. The satellites are equipped with two different camera systems. One of them in the visible range (5 m resolution), and the other in the infrared band (10 m resolution).

Tianhui 2 satellites will be used, according to state media, to conduct land surveys, mapping and scientific experiments in space. The Tianhui 2 series is the first microwave measurement system for China to use interferometric synthetic diaphragm radar (InSAR) technology, working together in pairs. (The satellite system is probably similar to the German TanDEM-X satellite system.) The Tianhui 2 satellites are believed to operate in the X-band and have a resolution of 3 m. The first group of two satellites was launched in 2019. The mission was not announced in advance by China and NOTAMs for the launch were not sent. The pair of Tianhui 2 satellites have been launched in almost the same (type of) orbit [500 km SSO] as the four Tianhui 1 satellites.

There is no Tianhui 3 satellite as of now. The Tianhui 4 satellite [2021] will, reportedly, observe the Earth in both the visible and infrared spectrum using two cameras with a resolution of less than 5 m. It has been built by the Dong Feng Hong Corporation/CAST and is operated by the People's Liberation Army.

Tongxin Jishu Shiyan Weixing (TJS)

Tongxin Jishu Shiyan (Weixing) are a series of Chinese satellites that have been deployed in geostationary orbit since 2015 and presented by Chinese authorities as telecommunications satellites. Specific features have not been published and the real purpose of each satellite is therefore questionable. The behaviours exhibited by these satellites indicate a mixture of applications though. All TJS satellites are in geostationary orbit (GEO). Some appear to be built for missile warning (built by the Shanghai Institute of Satellite Engineering), while others seem to operate like signal intelligence satellites (built by CAST, a Beijing based satellite factory). According to the Shanghai Academy of Spaceflight Technology, TJS 6 and TJS 7 have experimental docking stations. Anyhow, by Western observers they are considered to be military satellites because of the limited information available and the lack of published outcomes. It cannot be said with any certainty what kind of (military) satellites the launched



Top left: TJS 4 probable ELINT satellite (main reflector not deployed). [CCTV] Top right: TJS 5 Probable Early Warning satellite. [SAST] Bottom left: Fanhui Shi Weixing 3 Satellite. [CAST] Bottom right: Jianbing 5 L-band SAR reconnaissance satellite. [astronautix.com]

TJS 3 and TJS 7 [2018, 2021] are. There seems to be no TJS 8.

TJS 1, 4 and 9 [2015, 2019, 2021] are assessed to be electronic intelligence (ELINT) satellites. They are sometimes also referred to as Qianshao-3 or Chang Cheng. Reportedly, TJS 1 had successfully deployed China's first large aperture reflector antenna (± 32 m) after it reached GEO.

TJS 2, 5 and 6 [2017, 2020, 2021] are assessed to be early warning of ballistic missiles satellites. They are sometimes also referred to as Huoyan. The name Huoyan means Fire Eyes that may suggest infrared sensors.

Jianbing Military Remote Sensing Satellites

Chinese military reconnaissance satellites are usually categorized based on their military Jianbing (group) designation. The first Jianbing group were the first generation of Fanhui Shi Weixing photo reconnaissance satellites [1975]. The first Yaogan satellite, as most military remote sensing satellites have been publicly called since 2006, was the first of the Jianbing 5 group. Since 2015, the Jianbing-Yaogan relationship is no longer very clear and Western analysts differ on this naming. Yaogan satellites primar-

ily support the People's Liberation Army and may support civil causes too. They utilize various means of remote sensing e.g. synthetic aperture radar (SAR), electro-optical reconnaissance (EO), and electronic intelligence (ELINT) for Ocean Surveillance.

Fanhui Shi Weixing (FSW)

The Fanhui Shi Weixing (FSW) satellite program was conceived and developed in the late 1960s. From 1975 to 1996 there were some 17 launches and salvages of three generations FSW satellites (military designation Jianbing 1). Military reconnaissance was done using photographic film, from a prism-like panorama camera, which, after salvaging the photo capsule, was developed on Earth. Under the Jianbing 2 and 4 name, six more, improved, FSW satellites were launched [2003-2005]. The Jianbing 3 name was reserved for the three Ziyuan 2 Earth observation satellites [2000-2004]. The FSW program is assessed to be terminated.

Yaogan | Jianbing – synthetic aperture radar (SAR)

Jianbing 5 was the first generation synthetic aperture radar (SAR) reconnaissance satellite. The satellite (2,700 kg)

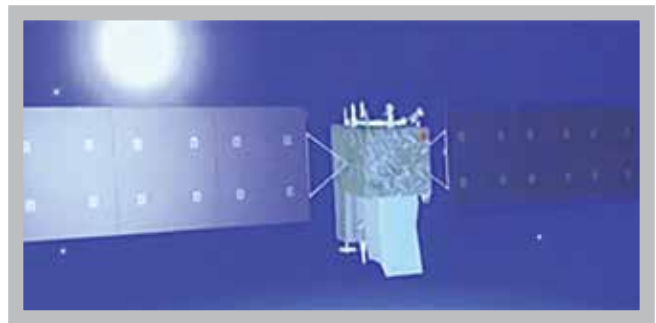
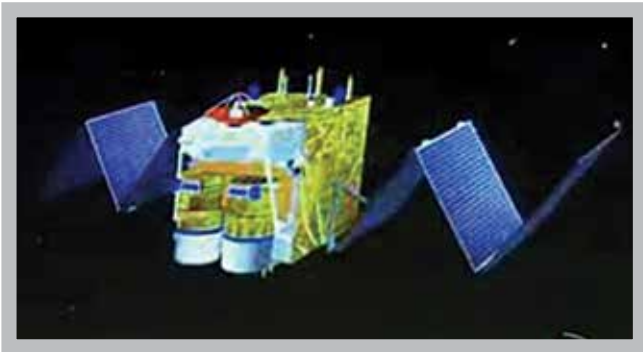
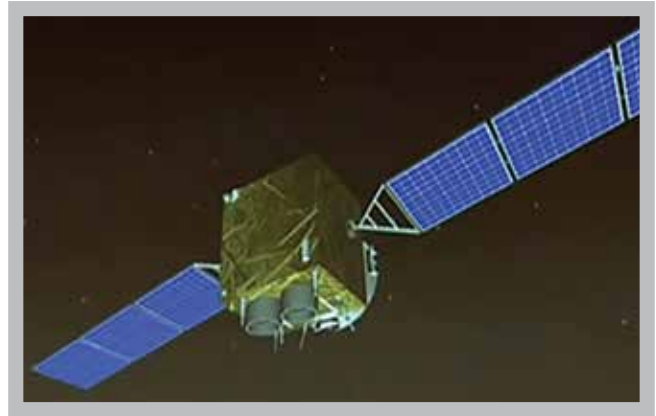
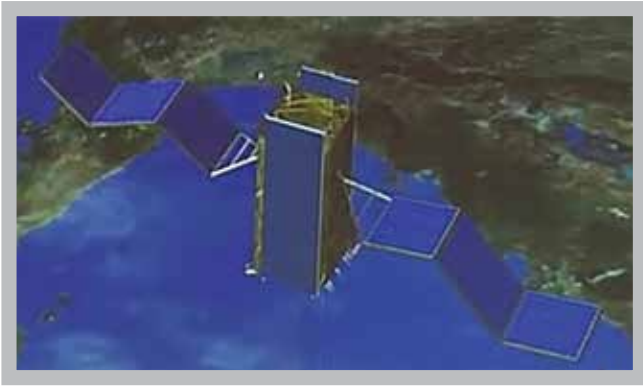
was equipped with an L-band SAR system with two working modes with 5 m and 20 m resolution respectively. The satellite operated in a polar orbit of 630 km/98°. In total, three missions of this series have been launched (see table).

Jianbing 7 is believed to be the second generation radar reconnaissance satellite. Operating from a polar orbit of 510 km/97.4°, the satellite is equipped with a SAR package that offers a spatial resolution of about 1.5 m. Since 2009, a total of four missions have been launched.

Jianbing X is believed to be a new type of SAR reconnaissance satellite. Yaogan 29, 33 and 33R are associated with this name. Yaogan 29 [2015]. Operating from a polar orbit of 615 km/97.3°, the satellite is equipped with a SAR package that may offer a spatial resolution of better than 1.5 m. It is possibly an improved Jianbing 5. Some analysts refer to this satellite as Jianbing 12.

Yaogan 33 [2019] was believed to be the second Jianbing X launch, but it failed.

Yaogan 33R [2020] was initially seen as a replacement for Yaogan 33, but used a different launch site and a higher orbit 682 km/98.7°. There is a lot of ambiguity and confusion between analysts.



Top left: Jianbing 7 SAR reconnaissance satellite. [CCTV] Top right: Jianbing 6 military surveillance satellite. [CAST] Bottom left: Jianbing 10 military surveillance satellite. [CCTV] Bottom right: Jianbing 9 military surveillance satellite. [CCTV]

Reportedly, the 33R is not related to the 33, but the name would have been reused. Either way, the satellite payload is believed to be a radar satellite of a new series, but details are unclear for now.

Yaogan | Jianbing – Electro-optical

The Jianbing 6 group consists of electro-optical reconnaissance satellites. The satellite is 3-axis stabilized, with track manoeuvring ability. Operating from a 630 km high SSO, the satellite is able to capture images of the Earth with a spatial resolution of about 1.5 m. The satellite has an X-band data link for sending image data to dedicated ground stations. A total of six missions have been launched so far.

Jianbing 10 is the second generation electro-optical reconnaissance satellite developed using the Phoenix Eye satellite bus. This versatile bus is designed for SSO and has also been used in the Ziyuan 2 and CBERS Earth observation satellites programs. The optical payload has a spatial resolution of 0.77 m. A total of three missions have been launched.

Jianbing 9 is believed to be the third generation of electro-optical reconnaissance satellites. The satellite's imaging package was developed by the Changchun Institute of Optics. The satellite

operates at a much higher altitude than previous Chinese electro-optical satellites, at a 1,200 km high orbit with an inclination of 100.3°. Since 2009, a total of five missions have been launched.

Jianbing 11 is a high-resolution electro-optical reconnaissance satellite, possibly the successor to the Jianbing 10 group of satellites (fourth generation). Operating from a 490 km high SSO, it is believed that the satellite is capable of delivering images with a resolution of less than one meter. Since 2012, two missions have been launched.

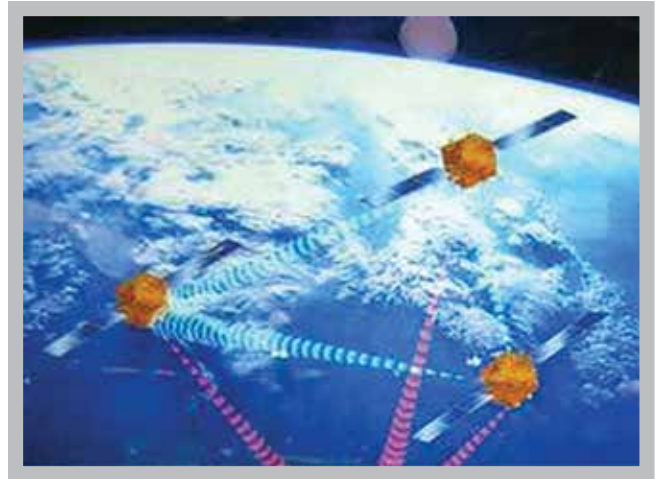
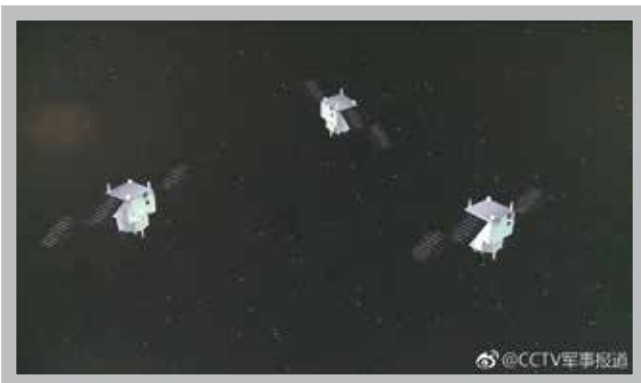
According to the website China.org, the Yaogan 26 satellite will be used as a new remote sensing device for scientific experiments, land surveys, crop yield assessments and disaster monitoring. However, analysts believe that this class of satellites is used for military purposes. Developed by CAST and based on the Phoenix Eye-2 platform, the satellite is likely capable of high-resolution observation and also carries an infrared sensor. Western analysts differ widely on the name combination this satellite should have.

Yaogan | Jianbing – Ocean Surveillance

One of the main objectives of the Jianbing Ocean Surveillance program is to put

an end to the near invulnerability of U.S. aircraft carriers: an aircraft carrier and its associated naval air group are extremely well defended. They are also very mobile, which is problematic, because before you can threaten them, you must first find them. A ship sailing 20 knots can travel more than 800 km a day, so geolocating a naval air group in the middle of the ocean is a difficult game of hide and seek. Jianbing 8 can only detect ships if they emit electromagnetic energy (radar, communication). Jianbing 8 is also likely able to detect early warning aircraft launched from an aircraft carrier, giving a general idea of the aircraft carrier's location.

The Jianbing 8 constellation is formed by three satellites in three orbital planes, at 63°. The satellites, possibly consisting of a primary satellite and two sub-satellites, are launched in a triplet similar to that of the U.S. satellite constellation NOSS/Whitecloud, which is used to detect, identify and locate radar and telecommunication emissions, particularly those from warships. This Jianbing constellation likely performs this function by locating them using a technique in which the time difference of arrival of emitted signals is measured and used to triangulate. Since 2010, nine of such triplets have been launched.



Top left: Jianbing 11 military surveillance satellite. [CCTV] Middle left: Yaogan 26 military surveillance satellite. [CCTV] Bottom left: Yaogan 35 triplet of satellites. [CCTV] Top right: Jianbing 8 satellite constellation. [CAST] Bottom right: Yaogan 30 triplet of satellites. [CCTV]

On November 6, 2021, China successfully launched a triplet of satellites, Yaogan 35 01-A, -B and -C. The satellites were placed in a circular orbit of almost 500 km/35°. Before the launch, China reported that the satellites would be used for “scientific experiments, land and resource logging, and other areas”, but that’s probably a generic explanation to hide the satellites’ true purpose. It is believed that they may in fact be a continuation of the Jianbing 8 triplets and have a role in intelligence gathering. After the first successful launch, three more were executed in 2022.

Chuangxin 5 | Yaogan 30 – Ocean Surveillance

Yaogan 30 triplets are a relatively recent addition to China’s satellite detection system. The first triplet of this type was launched on September 29, 2017, under the designation Yaogan 30 01-A, -B and -C. Officially, the purpose of these satel-

lites is to “conduct technical experiments on the electromagnetic environment,” which is a euphemism for ELINT. This is consistent with the fact that ELINT satellites are often launched in triplets, such as the Jianbing 8 triplets. The advantage of a triplet is that satellites flying in tight formation, a few tens of kilometers away from each other, can triangulate and accurately locate the source of an electromagnetic signal. This is more difficult to achieve with a single satellite. But, Yaogan 30 satellites do not fly in formation. The Yaogan 30-01 trio separated after launch and were placed 120° apart. They are therefore too far apart to be able to triangulate signals, because there is not even an unobstructed line of sight between them. On the other hand, this type of layout corresponds to what is expected if three satellites are positioned in such a way that their visit frequency is maximized. Moreover, the satellites

have good coverage of the Pacific Ocean, India, China, North Korea and even Japan thanks to their low orbital inclination, the latitude that is important for China’s defence. In addition, the height of the track is remarkably low for ELINT satellites: usually these are placed relatively high, about 1000 km altitude, to increase their field of view. Image satellites, on the other hand, are placed low to increase their resolution while maintaining an acceptable field of view. Therefore, it is questionable whether the Yaogan 30 constellation is dedicated to ELINT: the only clues in this direction are images and official statements, which may be disinformation. The satellites could very well be small optical satellites that offer a high frequency of repetition. Up till July 2021, ten triplets of Yaogan 30 satellites have been put in space.

The Yaogan 32-01-01 and 32-01-02 are a duo of military satellites with an unknown

Jianbing #	Satellite Name	Year of Launch	Function/Sensors
Jianbing 1	Fanhui Shi Weixing 0-1 – 0-9	1975 – 1987	Film/Photo reconnaissance
Jianbing 1A	Fanhui Shi Weixing 1-1 – 1-5	1987 – 1993	Film/Photo reconnaissance
Jianbing 1B	Fanhui Shi Weixing 2-1 – 2-3	1992 – 1996	Film/Photo reconnaissance
Jianbing 2	Fanhui Shi Weixing 3-1 – 3-3	2003 – 2005	Film/Photo reconnaissance
Jianbing 3	Ziyuan 2-1 – 2-3	2000 – 2004	Electro-Optical
Jianbing 4	Fanhui Shi Weixing 3-1 – 3-3	2004 – 2005	Film/Photo reconnaissance
Jianbing 5	Yaogan 1, 3, 10	2006 – 2010	SAR
Jianbing 6	Yaogan 2, 4, 7, 11, 24, 30	2007 – 2016	Electro-Optical
Jianbing 7	Yaogan 6, 13, 18, 23	2009 – 2014	SAR
Jianbing 8	Yaogan 9, 16, 17, 20, 25, 31	2010 – 2021	Elint (Ocean Surveillance)
Jianbing 9	Yaogan 8, 15, 19, 22, 27	2009 – 2015	Electro-Optical
Jianbing 10	Yaogan 5, 12, 21	2008 – 2014	Electro-Optical
Jianbing 11	Yaogan 14, 28	2012, 2015	Electro-Optical
Jianbing 12	Yaogan 26	2014	Electro-Optical
Jianbing 16	Gaofen 11-01, 02, 03	2018, 2020, 2021	Electro-Optical
Jianbing X	Yaogan 29, 33, 33R	2015, 2019, 2020	Probably SAR
Jianbing ?	Yaogan 35	2021, 2022 (3)	Probably Elint (Ocean Surveillance)
Chuangxin 5	Yaogan 30	2017 – 2021	Possibly Elint (Ocean Surveillance)
Jianbing ?	Yaogan 32	2018, 2021	Unknown
Jianbing ?	Yaogan 34	2021, 2022	Possibly Electro-Optical

Table 1. Jianbing satellites. [SCS, September 1, 2022]

purpose. The visualization during the launch broadcast at CCTV hints at SIGINT satellites. They were launched on October 9, 2018; a second launch took place on November 3, 2021.

The Yaogan 34 satellite is possibly the first of a new series of government optical remote sensing satellites, likely also used as military reconnaissance satellites. The satellite was described as an optical remote sensing satellite, mainly used in territorial research, urban planning, confirmation of land rights, road network design, crop yield estimation, disaster prevention and mitigation and other areas. Yaogan 34, was launched in April 2021, Yaogan 34-02 followed in March 2022, in a 1100 km/63.4° orbit.

The Gaofen 11 series was billed as a civilian Earth observation system, but was militarily codenamed Jianbing 16.

Conclusion

Reportedly, boosted by policy support, China's aerospace market has grown rapidly in the past seven years, with an annual growth rate of more than 20% and China is now the world's second largest

commercial satellite owner after the U.S. According to the UCS Satellite Database, from 2015 to 2018, China launched fewer than ten commercial remote sensing satellites annually but the introduction of support policies helped commercial players. In 2019 – 2021, the annual commercial remote sensing satellites that were launched were 21, 13 and 36 respectively while the amount for 2022 is expected to be more than 50.



Henk Smid is retired chief officer of the Royal Netherlands Air Force, space analyst and publicist of numerous space related articles (<https://smid.one>). He has been an advisor to several national and international working groups on space-related topics for which he has prepared/written a series of analyses and projections [Defence, NATO, European Commission]. Henk Smid gives lectures on space systems and technologies.



Kan ruimtevaart de CO₂-crisis oplossen?

Hoe wereldverbeterende start-ups de opslag van koolstofdioxide meten

Lorenz van Gool

Vliedschaamte is niet voor niets een recent cultureel fenomeen. Want aan aandacht voor de klimaatcrisis geen gebrek. Je zou wensen dat er ook zo iets bestaat als 'paar-minuutjes-zweefschaamte' bij ruimtetoe- risten. Maar het is te kort door de bocht om ruimtevaart als sector af te schilderen als speelbal van miljardairs. Ruimtevaart, zo lijkt het, kan ook juist de helpende hand bieden in de uitstoot van CO₂. Kan satel- lietdata een gedegen rol van betekenis spelen in de *carbon crisis*? Drie Nederlandse start-ups denken van wel.

De uitstoot van CO₂ is een groot probleem dat we niet kunnen ontkennen. Je eigen steentje bijdragen, door bijvoorbeeld de trein te pakken in plaats van het vliegtuig, helpt natuurlijk maar mondjesmaat. Alle beetjes helpen, maar het zijn juist de supergrote bedrijven die écht een verschil kunnen maken. En dat lijken ze te willen, door gebruik te maken van "carbon offsets": vrij vertaald een CO₂-compensatie. Maar wie de video van het Amerikaanse televisieprogramma *Last Week Tonight with John Oliver* (HBO) over die carbon offsets heeft gezien, kan niet anders concluderen dat toch niet iedereen de aarde als prioriteit heeft. Sterker nog, *doen alsof* is het credo bij tweederde van de grote bedrijven die claimen hun emissies te willen terugdringen. Wat is namelijk het geval: in hun efforts om 'carbon neutral' te worden, verminderen ze hun uitstoot niet. In plaats daarvan compenseren ze

De video kan op internet worden bekeken via de volgende link: <https://www.youtube.com/watch?v=6p8zAbFKpWo>
Het programma *Last Week Tonight with John Oliver* is een wekelijkse satirische nieuwsshow, in Nederland te vergelijken met *De Avondshow* met Arjen Lubach (NPO).

het door 'offsets' te kopen. Er is alleen een groot probleem: die compensatie is vaak helaas kul. Stel: een vliegtuigmaatschappij pompt één miljoen ton meer CO₂ in de lucht dan past binnen hun klimaatdoel, en investeert in een initiatief dat zegt één miljoen ton CO₂ te compenseren door (bijvoorbeeld) de bescherming van een natuurreservaat of het planten van bomen. Dan 'koopt' het dus één miljoen ton CO₂ 'af' en is het

daarbij CO₂-neutraal.

Als u nu denkt: "hier klopt iets niet" – dan klopt dat. Wat blijkt: natuurreservaten zijn natuurlijk al per definitie beschermd en er is bij lange na niet genoeg plek op de aarde om extra bomen neer te zetten om al die uitstoot te compenseren. De realiteit is namelijk, zo vertelt Oliver ons, dat 1) het meten van CO₂-opslag ontzettend moeilijk is, 2) dat daardoor claims van CO₂-opslag (nog) niet betrouwbaar zijn en er flink mee gesjoemeld wordt en 3) dat elke emissie die wordt afgekocht alleen maar bijdraagt aan meer luchtvervuiling. Het woord 'compensatie' zegt het eigenlijk al: van het daadwerkelijk terugdringen van CO₂ is absoluut geen sprake.

Criminele claims

Door *carbon offsets* te kopen kunnen grote bedrijven heel mooie claims doen over een verminderde uitstoot, terwijl

er eigenlijk niets verandert en ze rustig kunnen blijven uitstoten. Dat heet binnen marketingafdelingen 'greenwashing' (en binnen criminele organisaties 'witwassen').

Is het beeld dat geschetst wordt dus een schimmige markt waarin grote bedrijven via allerhande structuren kunnen doen en laten wat ze willen? Zo ziet het er wel naar uit. Om dit probleem op te lossen, hoeven we dus geen inspiratie bij beursgenoteerde bedrijven en corporates op te gaan doen. Die hebben immers andere drijfveren dan het welzijn van onze planeet. In plaats daarvan moeten we kijken naar beginnende bedrijven die vanaf het begin af aan het doel hebben gedegen inzicht in CO₂-opslag te krijgen – om zo écht de CO₂-uitstoot te verminderen. Hoe zit dat met deze wereldverbeteraars, de kleinere uitdagers? Kunnen zij het noodzakelijke doen, namelijk de 'carbon offset'-markt beter en transparanter maken? En in hoeverre kan ruimtevaart hen daarbij helpen?

Space related start-ups to the rescue

We vragen het drie bedrijven uit het ESA BIC programma in Noordwijk. De start-ups Carble, Agtuall en Meteory zijn actief in ESA's incubatieprogramma, wat inhoudt dat ze in ongeveer twee jaar werken aan een marktintroductie van hun startende bedrijf. Elke onderneming in dit programma moet uiteraard een link met ruimtevaart hebben.

Alle drie de bedrijven verschillen natuurlijk, maar de gemene deler is dat ze elk op één of andere manier CO₂-opslag meten met behulp van ruimtevaart-technologie (zoals remote sensing). We legden ze wat pittige stellingen voor om erachter te komen hoe haalbaar dit is voor een startende onderneming. De CO₂-uitdaging voor ruimtevaart gerelateerde start-ups blootgelegd in drie vragen:

Kan je CO₂-opslag goed meten met satellietdata?

Als het aan de ondervraagde start-ups vraagt, blijkt dit absoluut geen eenvoudig gegeven. Dat ligt aan 1) de nauwkeurigheid van metingen, 2) externe factoren en aan 3) de toegang tot *ground truth data* ('grondwaarheid-gegevens'). Dit is data die empirisch bewijs leveren,

zodat je überhaupt vergelijkingen kan maken. Een must dus voor het trainen van een algoritme.

Datasets die voor kleine bedrijven beschikbaar zijn, voldoen nog niet aan de gewenste nauwkeurigheid. Het gaat dan vooral om gratis of goedkope datasets zodat start-ups geld kunnen besparen, maar om echt iets te kunnen zeggen is toegang nodig tot betere datasets in het algemeen. Hier valt dus nog wat op te behalen.

Voor Agtuall bijvoorbeeld is dit het geval, stelt Vikram Sarbajna. Carble, zo zegt Sander Reuderink, heeft het voordeel dat ze al samenwerken met remote

Ruimtevaart en CO₂-uitstoot: een disclaimer

In een artikel over CO₂-uitstoot kunnen we de effecten van raketlanceringen natuurlijk niet negeren; dat zou hypocriet zijn. Echter het wetenschappelijk inzicht dat we krijgen van deze inspanningen, alsmede informatie over hoe we het op aarde beter kunnen doen, en de nuttige toepassingen op aarde van bestaande ruimtevaarttechnologie en -data is natuurlijk ongekend. Dit artikel gaat in op het argument dat CO₂-uitstootcompensatie door grote instanties ten faveure van winst gaat, en niet ten faveure van een bijdrage voor een betere planeet. Natuurlijk verdient ook de hele sector ruimtevaart een kritische blik. Maar in dit artikel gaan we ervan uit dat als er veel emissies plaatsvinden, wij als mensheid er tenminste iets aan hebben.

Carble helpt grote merken inzicht te geven in de CO₂-opslag van kleine koffie- en cacaoboeren, zodat zij daar een eerlijke prijs voor kunnen betalen. In één platform komt alles samen: handmatige veldmetingen, aardobservatiedata en een betaalmodule naar de boeren. Het idee is dat zowel grote merken als de kleine boer niet zwichten voor industriële projecten op hun land, en dus hun bossen laten staan. Het bedrijf is opgericht door Sander Reuderink, Noura Hanna en Lodewijk van der Meer.

Agtuall, opgericht door Vikram Sarbajna, begon als een bedrijf dat zich richtte op het 'de-risking' (risico-afbouw) in de sector landbouw, middels aardobservatiedata. Financiële instellingen konden dan beter investeringen doen doordat ze beter risico konden bepalen van stukken land. Klimaatverandering heeft namelijk invloed op oogstopbrengsten. Sinds kort is het bedrijf veranderd van strategie (een 'pivot'): het meet nu de potentiële CO₂-opslag van boeren.

Meteory is het enige van de drie bedrijven dat zich niet richt op een bepaalde sector. Oprichters Alexandre Larroumets en Pierre Blanchet hebben respectievelijk een achtergrond in engineering en data science. Zij kiezen voor een algemene, brede 'big data' aanpak met als doel datasets van zoveel mogelijk verschillende ruimtevaartorganisaties en satellieten samen te voegen in een eigen database. Hoe meer databronnen, hoe specifiek je CO₂-uitstoot kan meten, is het idee.

Een carbon offset is iets anders dan een ander veelgenoemde term: carbon credit. Beide staan voor een hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer. Maar carbon credits staan voor het recht een bepaalde hoeveelheid uit te stoten (1 credit is 1 ton CO₂). Een offset staat dus voor een compensatie van 1 ton CO₂-uitstoot – waar in sommige gevallen zelfs weer een credit mee verdiend wordt. Dit artikel gaat voornamelijk over offsets.



Linksboven: oprichters van Carble: Noura Hanna, Sander Reuderink en Lodewijk van der Meer. [Carble] Rechtsboven: oprichters van Meteory: Alexandre Larroumets en Pierre Blanchet. [Meteory] Linksonder: *Last Week Tonight with John Oliver*. [HBO/YouTube] Rechtsonder: ondernemer Vikram Sarbajna. [ESA BIC Noordwijk]

sensing experts van het Utrechtse bedrijf Satelligence om tot een werkend model te komen. Daarnaast heeft Carble toegang tot veldmetingen van de Belgische onderzoeker Matthias de Beenhouwer om hun model te valideren. “Wat moeilijk blijft is dat door seizoens- en weer-effecten de biomassa vaak schommelt. We moeten daarom conservatieve aannames doen om te voorkomen dat we onze klanten en boeren rijk rekenen.” En heb je al data: dan moet je er vervolgens wel wat mee doen. Algoritmes moeten losgelaten worden op de verzamelde data om CO₂-opslag in landschappen juist te meten. En zo’n algoritme trainen kost ook weer data, en tijd. Volgens Meteory kan 90 procent van de data-input van satellieten komen, maar als je de bijbehorende 10 procent van de *ground truth data* niet hebt, kan je het hele model niet goed trainen om accurate voorspellingen te doen. “Er is dan ook geen geheim recept”, zeggen de oprichters Pierre Blanchet en Alexandre Larroumets. “Grondwaarheidsdata is gewoon nodig om te kunnen valideren

dat wat je metingen zeggen, waar is en klopt voor verschillende soorten bomen, vegetatie en grond.” Het blijkt ook volgens Agtually lastig om goede data samples te vinden om het algoritme te ‘voeden’. “Data set samples zijn óf te klein óf niet divers genoeg”, zegt Sarbajna. Een flinke *bottleneck* dus voor startende ondernemingen.

Les 1: Aan de satellietdata zelf ligt het dus niet zozeer, er is vooral een gebrek aan toegankelijke ‘ground truth data’.

Er zijn meerdere methoden om CO₂-opslag te meten. Is jullie manier wel de juiste manier?

Agtually meet dit op twee manieren: “We kijken naar *soil organic carbon sequestration* - SOC (hoeveel CO₂ er in de grond is vastgelegd) én naar vegetatie zoals bomen en gewassen (hoeveel CO₂ dat kan representeren)”, vertelt Sarbajna. “Het liefst kijk je naar SOC, omdat dat écht iets zegt over de opgeslagen CO₂. Maar omdat we ons richten op landbouw, kunnen we dit niet een-

voudig meten omdat landbouwgrond meestal bedekt is met gewassen. Een manier om dit op te lossen is door te meten op specifieke tijdstippen: vlak na de oogst en vlak voor het zaaien. Niet ideaal. Maar daarom kijken we ook naar vegetatiekaarten, zodat we tenminste iets kunnen zeggen over hoeveel CO₂ de gewassen potentieel kunnen opslaan.” Potentieel, want de eerder vermelde afwezigheid van goede *ground truth data* kan roet in het eten gooien. “Zonder kunnen we niet 100 procent zeker kwantificeren, geen onderscheid maken tussen gewassen, en niet weten tot hoeveel CO₂-opslag ze in staat zijn.” Meteory meet op dezelfde manier en onderkent de uitdagingen die Agtually heeft. “Het grote voordeel van vegetatie meten, is dat het makkelijker en sneller te meten is dan CO₂-vastlegging in de bodem (SOC). Maar het meten van SOC levert de beste kwaliteit op, alleen het is heel moeilijk en tijdrovend om goed te doen.” Carble denkt een oplossing te hebben om aan grondwaarheidsgegevens te ko-



Artistieke impressie van de toekomstige CO₂-monitoring satelliet van ESA, CO₂M. [OHB]

men, namelijk via handmatige veldmetingen op de locaties waar ze opereren – nu vooral in Ethiopië. Om de hoeveelheid CO₂ in de biomassa te meten, gebruikt het verder multispectrale beelden van de satellieten Landsat en Sentinel-2 en data over bebossing van NASA's GEDI-programma.

Les 2: Tenzij je een goede partner hebt, is het voor de meeste beginnende bedrijven een (te) grote uitdaging de hoeveelheid CO₂ op een voldoende accurate manier vast te stellen.

Ondermijnt de handel in carbon credits en/of offsets jullie werk niet?

Alliedrie de start-ups stellen dat dit niet helemaal het geval is, maar ze zijn wel kritisch. Het gaat al gauw om de prijs van een offset en niet om de uitstoot, menen Pierre Blanchet en Alexandre Larroumets van Meteory. Maar, zo stellen ze, carbon offsets representeren wel een valide business model om überhaupt aan CO₂-opslag te doen. "We zijn

vooral benieuwd of het daadwerkelijk kan bijdragen aan de reductie van de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer." Zo niet, dan zijn andere financiële stimulansen of regulering nodig, menen de oprichters.

Agtuall ziet deze handel vooral als kans om goed te doen: "Juist door die groot-schalige handel komt er steeds meer noodzaak voor het monitoren en verifiëren van uitgegeven carbon credits." Ondanks de eerder genoemde problemen, gelooft Sarbajna dat remote sensing als technologie dit haalbaar kan maken. "Uiteindelijk zal het een goedkope oplossing zijn om transparantie in de carbon credit-markt te brengen."

Sander Reuderink van Carble is het meest kritisch – en schaarft zich ook achter enkele stellingen die John Oliver deed in zijn programma. "Men compenseert maar reduceert inderdaad niet. Sterker nog, met offsetting (de handel in carbon offsets) kunnen we de doelen van de Paris Climate Agreement – namelijk net-zero uitstoot op wereldwijde schaal – nooit halen. We moeten daarom

hele bevoorradings- en productieketens (supply chains) 'de-carboniseren'. De enige methode om dat te bereiken is het stoppen van ontbossing bij de bron, want ontbossing is verantwoordelijk voor meer dan 75% van de uitstoot van een zak koffie. Tropische ontbossing zorgt voor vijf keer zo veel CO₂-uitstoot als de hele luchtvaartsector!"

Les 3: Ondernemers blijven ondernemers. Ze erkennen dat de handel in carbon offsets problematisch is, maar zien hun werk als kans én noodzaak om er iets aan te doen.

Aan gogme geen gebrek bij de ruimtevaartgerelateerde start-ups. Misschien hebben we dat meer nodig in de strijd tegen CO₂-uitstoot. Media zitten er bovenop, en overheden beloven van alles, maar échte verandering zou zomaar eens van kleine ondernemers kunnen komen. Ruimtevaart is absoluut nog niet de heilige graal om zover te komen, maar de potentie is er. Zoals voor veel dingen geldt: je moet ergens beginnen.

Ruimtetoerist nummer één

Piet Smolders

Ruimtetoeristen worden tegenwoordig bij bosjes gelanceerd. Tenminste mensen die een korte ruimtesprong maken naar een hoogte van 80 tot 100 kilometer.

Maar begin deze eeuw baarde alleen al het plan om een amateur de ruimte in de sturen opzien en onbegrip.

Die amateur was miljardair Dennis Tito, geboren in Queens, New York op 8 augustus 1940. Ik had de eer hem te ontmoeten en iets mee te maken van zijn worsteling om de eerste ruimtetoerist te worden.

Die ontmoeting vond plaats eind oktober van het jaar 2000 op de lanceerbasis Baikonor in Kazachstan en Tito had toen al een hele strijd met NASA achter de rug. NASA was overigens zijn vroegere werkgever. In de jaren zestig en begin jaren zeventig werkte Tito op het Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Californië. Bij JPL hield Dennis zich bezig met de baanberekeningen van de Mariners die tussen 1962 en 1971 naar Venus en Mars

vlogen. In 1972 verliet hij NASA, startte een eigen bureau voor beleggingsadvies – *Wilshire Associates Global Investments* – en beweerde dat hij bij het samenstellen van zijn strategische financiële adviezen dezelfde technieken gebruikte als bij de koersberekeningen die “zijn” NASA robots naar de planeten hadden gebracht. Dat maakte indruk op de – doorgaans – alpha-mensen die geld over hebben. Kort voor zijn pensioen beheerde Tito al beleggingsportefeuilles met een gezamenlijke waarde van 71 miljard dollar.

De wens om de ruimte in te gaan was geen recente bevestiging van Tito, het was een droom die hij gekoesterd had sinds zijn kinderjaren. Het werken met *big money* maakte het voor hem mogelijk om zelf zijn reis naar de ruimte te bekostigen. Toen ik hem ontmoette vertelde Tito mij over zijn strijd om aan boord van een Sojoez te komen. Aanvankelijk had hij zich gemeld bij *MirCorp* voor een vlucht naar het Russische ruimtestation Mir. *MirCorp* was een commerciële organisatie die

het plan had het Russische ruimtestation te exploiteren. Tito vertelde me dat het plan mogelijk niet door zou kunnen gaan omdat er een grote kans bestond dat Mir – na vijftien jaar trouwe dienst – aan zijn eind gebracht zou worden. Hij hoopte daarom dat hij met behulp van *Space Adventures* naar het nieuwe ISS zou kunnen gaan, hoewel NASA-baas Dan Goldin hem al had laten weten daar fel op tegen te zijn. Rond de jaarwisseling maakte Roskosmos duidelijk dat het zelf wel zou beslissen wie er in haar Sojoez mocht zitten.

Op 23 maart 2001 vond Mir zijn einde in de Stille Oceaan. Ruim een maand later, op 28 april, ging Tito eindelijk omhoog, in het gezelschap van de kosmonauten Talgat Moesabajev en Joeri Batoerin, en twee dagen later vond de koppeling met het ISS plaats.

De Amerikanen en de Europeanen waren ook op dat moment nog steeds fel gekant tegen deze vlucht, maar de Russen hadden voet bij stuk gehouden: zij kon-



Links: "I love space!" Dennis Tito komt het ISS binnen. [Roskosmos] Midden: Een enthousiaste Dennis Tito na zijn landing op 6 mei 2001. [NASA-Ros-

den de 20 miljoen dollar van Tito's ticket goed gebruiken.

NASA had aanvankelijk laten weten dat Tito niet in de Amerikaanse modules mocht komen, maar later werd die beslissing aan de commandant overgelaten. En commandant was de altijd vriendelijke Russische Energia-ingenieur Joeri Usachóv, die Tito geen beperkingen oplegde. "I love space!" riep Dennis uit toen hij goed en wel aan boord was. Dennis had daarboven gewoon de tijd van zijn leven, acht dagen van euforie. Hij keek naar de aarde, genoot van de gewichtloosheid, maakte foto's en video's en hielp de professionele ISS bewoners een handje als dat zo uitkwam. Op 6 mei maakten de ondernemende Amerikaan en zijn beide Russische begeleiders een zachte landing in de buurt van de stad Arkalyk in Kazachstan.

"It was paradise!" aldus Tito. "The flight of my life!" De drie kosmonauten werden verwelkomd door Narsoeltan Nazarbaiev, de president van Kazachstan. Al eer-

der had Tito vanuit het ISS laten weten dat een ruimtevlucht "a piece of cake" is. Hij spoorde iedereen aan zijn voorbeeld te volgen.

Na zijn vlucht ging de enthousiaste Tito zich bezig houden met het promoten van ruimtereizen voor mensen die de vooralsnog hoge prijs van een ticket kunnen opbrengen.

Onwillekeurig gaan mijn gedachten nu terug naar het gesprek dat ik eind oktober van het jaar 2000 had met Tito op Baikonoer. Dat was rond de lancering van de Expedition-1 bemanning naar het ISS bestaande uit de ruimtevaarders William Shepherd, Sergei Krikaljov en Joeri Gidzenko. Tito zat toen nog vol twijfels, ook al waren die 20 miljoen dollar voor hem geen probleem. Ons gesprek werd even onderbroken toen een vriend van hem naar ons toekwam en vroeg: "Dennis, wil jij ook koffie?"

"Ja", zei de miljardair. "Alleen als jij betaalt, want ik heb geen geld bij me". En ik dacht: Weer wat geleerd!

Fly me to the Moon!

Eind 2022 werd bekend dat Dennis Tito en zijn vrouw Akiko een reis rond de maan geboekt hebben bij SpaceX van Elon Musk. Zij hopen vóór 2027 te starten met Starship, dat momenteel wordt getest. Al eerder had de Japanse miljardair Yusaku Maezawa geboekt voor 2024. Beide toeristen zullen nog wat vrienden meenemen. Over de kosten van de reis is nog niets bekend gemaakt.



kosmos] Rechts: Dennis Tito in gesprek met Piet Smolders op de basis Baikonoer, kort voor de start van Expedition-1 naar het ISS. [Collectie Smolders]

Deze kroniek beschrijft de belangrijkste gebeurtenissen in de ruimtevaart die hebben plaatsgevonden tussen 16 november 2022 en 28 februari 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).

16 november 2022 | 06:20 uur

Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Jilin-1 GF03D-08 & -51t/m -54** • COSPAR: 2022-155
Vijf Chinese commerciële aardobservatiesatellieten.

16 november 2022 | 06:47 uur

Draagraket: SLS Block-1 • Lanceerplaats: Kennedy Space Center

- **Artemis-1** • COSPAR: 2022-156A

Amerikaanse onbemande testvlucht van het Orion ruimtevaartuig. De SLS raket brengt na 8 minuten en 5 seconden de Orion en de aangekoppelde ICPS rakettrap in een 30x1805 km baan. 51 minuten na de start wordt de ICPS 22 seconden ontstoken om de baan cirkelvormig te maken op 185 km hoogte. In de tussentijd valt de nu lege SLS Core Stage terug in de dampkring en de resten vallen in het geplande gebied ten oosten van Hawaï.

Na 1 uur en 37 minuten en bijna een volledige omloop om de Aarde, wordt de ICPS voor de tweede maal ontstoken. De ont-snappingsnelheid wordt na 18 minuten bereikt en enkele minuten later werpt Orion de ICPS af.



De vier zonnepanelen van Orion zijn door Airbus in Leiden geleverd.

- **Lunar IceCube, OMOTENACHI, EQUULEUS, BioSentinel-1, ArgoMoon, NEA Scout, Luna HMap, LunIR, Miles & CuSP** • COSPAR: 2022-156

Tien nanosatellieten, die worden uitgezet door de ICPS nadat deze door Orion is afgestoten. Een aantal van deze nanosatellieten laat echter niets meer van zich horen.

17 november 2022

Taikonauten Chen en Cai maken een 6,5 uur durende ruimtewandeling. Ze installeren ladders en handrails tussen de nieuwe Mengtian module en de rest van het Tiangong ruimtestation. Hiermee kunnen de taikonauten zich makkelijker verplaatsen tijdens toekomstige ruimtewandelingen.

17 november 2022

Kosmonauten Prokopyev en Petelin maken een ruimtewandeling om de radiator en experimentenluchtsluis, die al in 2010 aan de buitenkant van Rassvet module gelanceerd zijn, voor te bereiden voor de toekomstige verplaatsing naar de Nauka module. Vervolgens installeren ze nog een extern experimentenplatform op de Nauka module.

21 november 2022

Als de Orion capsule de Maan op een hoogte van 130,6 km passeert wordt gedurende 2,5 minuten haar hoofdmotor ontstoken. Hierdoor komt zij in een zeer langgerekte baan om de Maan. De

manoeuvre vindt plaats aan de achterzijde van de Maan zodat er geen direct radiocontact mogelijk is.

23 november 2022 | 02:57 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Canaveral • Landing eerste trap: wordt volgens plan niet geborgen

- **Eutelsat-10B** • COSPAR: 2022-157A
Luxemburgse commerciële geostationaire communicatiesatelliet, gebouwd door Thales Alenia Space.

25 november 2022

De Orion ontsteekt haar motoren gedurende 1 minuut en 28 seconden waardoor de capsule in een zogenaamde Distant Retrograde Orbit (DRO) komt.

26 november 2022 | 06:26 uur

Draagraket: PSLV-XL • Lanceerplaats: Satish Dhawan

- **Oceansat-3** • COSPAR: 2022-158A
Indiase civiele aardobservatiesatelliet voor het in kaart brengen van oceanografisch hulpbronnen, zoals visgronden.
- **India Bhutan Sat, Anand, Astrocast-0301 t/m -0304, Thybolt-1 & -2** • COSPAR: 2022-158
Acht nanosatellieten.

26 november 2022 | 19:20 uur

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

- **Dragon CRS-26** • COSPAR: 2022-159A
Amerikaans onbemand ruimtevaartuig met voorraden voor het ISS. Een dag later koppelt de Dragon aan de IDA-3 poort aan de zenitzijde van de Harmony module.

27 november 2022 | 12:23 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan 36-03-01 t/m -03** • COSPAR: 2022-160A t/m -C
Drie Chinese militaire elektronische af luistersatellieten.

28 november 2022 | 15:17 uur

Draagraket: Soyuz-2.1b • Lanceerplaats: Plesetsk

- **Cosmos-2564** • COSPAR: 2022-161A
Russische militaire Glonass-navigatiesatelliet.

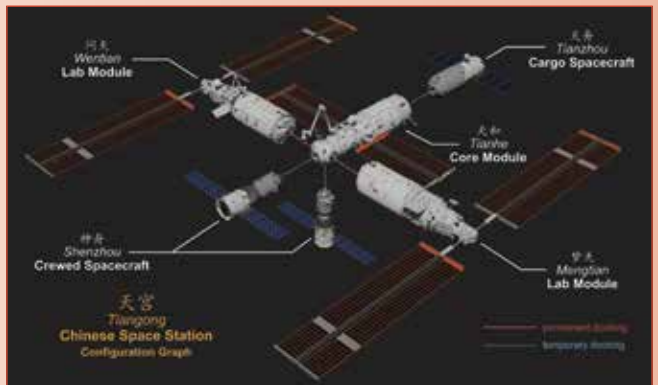
28 november 2022

De Orion bereikt met 432.210 km haar grootste afstand tot de Aarde tijdens de Artemis-1 missie. Hiermee verbreekt zij het vorige afstandsrecord voor bemanbare ruimtevaartuigen van de Apollo-13 in 1970 (400.171 km).

29 november 2022 | 15:08 uur

Draagraket: Chang Zheng-2F • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Shenzhou-15** • COSPAR: 2022-162A
Chinees bemand ruimteschip met aan boord Fei Junlong, Deng Qingming en Zhang Lu. Zes uur later koppelt de Shenzhou aan de voorzijde van de Tianhe woonmodule van het ruimtestation Tiangong. Voor het eerst zijn er nu zes taikonauten tegelijk in de ruimte.



Linkerkolom. Boven: een camera boven in de lanceertoren legt het vertrek van de 98 meter hoge SLS raket vast aan het begin van de Artemis-1 missie. [NASA] Midden: een van de vier door Airbus D&S NL gebouwde zonnepanelen is zichtbaar als de Orion capsule 92.800 km van de Aarde is verwijderd. [NASA] Onder: taikonaut Chen Dong aan het werk buiten het Tiangong ruimtestation tijdens het uitstapje van 17 november. [CCTV]

Rechterkolom. Boven: een blik in de Orion commandomodule. Naast diverse experimenten is links ook een geïnstrumenteerde mannequin zichtbaar. [NASA] Midden: op 28 november bereikte Orion halverwege haar DRO baan het verste punt vanaf de Aarde: 432.210 km. [NASA] Onder: diagram van de configuratie van het Chinese ruimtestation Tiangong na de aankomst van de Shenzhou-15 eind november. [Wikimedia / Shujianyang]



Links: de eerste satelliet van de derde generatie Meteosat satellieten, de MTG-I1, wordt op de adapter bovenop de Ariane-5 raket geplaatst. [ESA] Rechtsboven: op 5 december passeert Orion voor de tweede maal de Maan en begint aan de thuisreis. [NASA] Rechtsonder: Koelmiddel stroomt uit de lekke radiator van de Soyuz MS-22, mogelijk veroorzaakt door de inslag van een micro-meteoroid. [NASA TV]

30 november 2022 | 21:10 uur

Draagraket: Soyuz-2.1b • Lanceerplaats: Plesetsk
 • **Cosmos-2565** • COSPAR: 2022-163A
 Russische militaire elektronische af luistersatelliet.

2 december 2022

Een raketstoot van 1 minuut en 45 seconden haalt de Orion uit haar DRO-baan en brengt haar weer op weg voor een nauwe passage van de Maan.

3 december 2022

Astronauten Cassada en Rubio maken een ruimtewandeling vanuit de Quest luchtsluis van het ISS. Ze installeren een nieuw zonnepaneel op de S4 Truss van de grote dwarsbalk van het ISS.

3 december 2022

Het Marshelikopertje Ingenuity breekt tijdens haar 35^{ste} vlucht haar eigen oude hoogterecord en verbetert deze naar 14 meter.

4 december 2022

De Shenzhou-14, met aan boord de taikonauten Chen, Liu en Cai, koppelt zich los van de radiale poort van de Tianhe woonmodule van het ruimtestation Tiangong. Later die dag maakt de capsule een behouden parachutelanding in de Chinese provincie Binnen-Mongolië, waarmee een einde komt aan de 182 dagen durende

Shenzhou-14 vlucht.

Aan boord van de Tiangong zet de bemanning van de Shenzhou-15 haar missie voort.

5 december 2022

Voor de tweede maal tijdens de Artemis-1 missie passeert de Orion capsule de Maan. De kortste afstand bedraagt 129,7 km. Orion ontsteekt haar motor voor 3 minuten en 27 seconden en komt hierdoor weer op weg naar de Aarde.

7 december 2022 | 01:15 uur

Draagraket: Kuaizhou-11 • Lanceerplaats: Jiuquan
 • **Xingyun Jiaotong VDES SW** • COSPAR: 2022-164A
 Chinese civiele communicatiesatelliet voor maritieme VDES en AIS signalen.

8 december 2022 | 18:31 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Taiyuan
 • **Gaofen 5-01A** • COSPAR: 2022-165A
 Chinese civiele aardobservatiesatelliet. In een zonsynchrone baan (668x683 km x 98,1°).

8 december 2022 | 22:27 uur

Draagraket: Falcon-9 • Lanceerplaats: Kennedy Space Center • Landing eerste trap: Cape Canaveral



Orion dobert op de golven van de Grote Oceaan na de succesvolle Artemis-1 missie. Op de achtergrond het amfibische transport- en bergingsschip van de Amerikaanse marine USS Portland. [NASA]

- **OneWeb L15-1 t/m -40** • COSPAR: 2022-166
Veertig Britse commerciële communicatiesatellieten.

9 december 2022 | 06:35 uur

Draagraket: Jielong-3 • Lanceerplaats: Ponton in de Gele Zee
Eerste vlucht van deze viertrapsraket die ongeveer 1500 kg in een lage baan kan plaatsen. De onderste drie trappen werken op vaste stuwstof.

- **Jilin-1 Gaofen-03D-44 t/m -50** • COSPAR: 2022-167
Zeven Chinese commerciële aardobservatiesatellieten (42 kg elk). In een zonsynchrone baan (530 x 547 km x 97,5°).
- **Jilin-1 Pingtai-01A01** • COSPAR: 2022-167
Chinese commerciële aardobservatie- en communicatiesatelliet.
- **HEAD-2H** • COSPAR: 2022-167
Chinese commerciële IoT-communicatiesatelliet (45 kg).
- **Tianqi-7** • COSPAR: 2022-167
Chinese experimentele IoT-communicatiesatelliet (50 kg).
- **CAS-5A, Jinzijing Qilu 1-05 & -06** • COSPAR: 2022-167
Drie Chinese nanosatellieten.

11 december 2022 | 07:38 uur

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

- **Hakuto-R M1** • COSPAR: 2022-168A
Japanse Maanlander. Dit is de eerste commerciële missie naar

de Maan. Na een reis van vier maanden zal Hakuto-R landen op het noordelijk halfrond van de naar de Aarde gerichte zijde van de Maan.

- **Lunar Flashlight** • COSPAR: 2022-168B
Amerikaanse nanosatelliet die vanuit een baan om de Maan op zoek zal gaan naar waterijs nabij de zuidpool.

11 december 2022

De Orion capsule stoot de Europese Service Module af en dringt met bijna 40.000 km/u de dampkring binnen tot een hoogte van 60,9 km. Hierna klimt zij weer naar 89,6 km alvorens definitief terug te keren. Met deze 'skip entry' methode worden de g-krachten een stuk lager gehouden dan tijdens de terugkeer van de Apollo-capsules. De Orion landt behouden voor de kust van Baja California.

12 december 2022 | 08:22 uur

Draagraket: Chang Zheng-4C • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Shiyan-20A & -20B** • COSPAR: 2022-169A & -B
Twee Chinese experimentele technologiesatellieten.

13 december 2022 | 20:30 uur

Draagraket: Ariane-5ECA • Lanceerplaats: Kourou

- **Galaxy-35 en -36** • COSPAR: 2022-170A & -B
Twee Amerikaanse commerciële geostationaire communicatiesatellieten van Intelsat.
- **MTG-I1** • COSPAR: 2022-170C
Europese meteorologische geostationaire satelliet. Dit is eerste exemplaar van de derde generatie Meteosat satellieten.



Airbus NL en APP hebben respectievelijk het motorframe en de ontstekers van de eerste trap van de Ariane-5 gebouwd.

14 december 2022 | 08:30 uur

Draagraket: Zhuque-2 • Lanceerplaats: Jiuquan

Eerste vlucht van deze nieuwe raket, die tevens 's werelds eerste draagraket is met motoren op vloeibare methaan. Helaas mislukt de lancering als de tweede trap faalt.

- **Zhixing-1B** • COSPAR: Geen, mislukt
Chinese technologische satelliet. Tevens gaan er 13 nanosatellieten verloren.

14 december 2022 | 18:25 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Xichang

- **Yaogan 36-04-01 t/m -03** • COSPAR: 2022-171A t/m -C
Drie Chinese militaire elektronische afluistersatellieten.

15 december 2022

Er ontstaat een lek in het koelsysteem van de aan het ISS gekoppelde Soyuz MS-22, mogelijk veroorzaakt door een micro-meteoroïde. Een voor die dag geplande ruimtewandeling door Prokopyev en Petelin wordt afgelast.

16 december 2022 | 06:17 uur

Draagraket: Chang Zheng-11 • Lanceerplaats: Xichang

- **Shiyan-21** • COSPAR: 2022-172A
Chinese experimentele satelliet, waarvan geen verdere details bekend worden gemaakt. In een 474 x 493 km x 36,0° baan.



Na meer dan vier jaar komt er een einde aan de missie van de Mars Insight lander. Door de stofaccumulatie op de zonnepanelen is er onvoldoende energie beschikbaar voor de instrumenten, waaronder de seismometer. [NASA/JPL]

16 december 2022 | 11:46 uur

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

- **SWOT** • COSPAR: 2022-173A
Amerikaans-Frans-Canadese aardobservatiesatelliet met een instrument om het zeeniveau en de inhoud van rivieren en meren nauwkeurig te kunnen meten. De 2 ton zware SWOT (Surface Water and Ocean Topography) is gebouwd door Thales Alenia Space in Cannes en wordt in een 857x857 km x 77,6° baan gebracht.

16 december 2022

De op 22 augustus 2022 gelanceerde Zuid-Koreaanse sonde Danuri wordt met succes in een baan om de Maan gebracht (111x8930 km x 91°).

16 december 2022 | 22:48 uur

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

- **O3b mPOWER-1 & -2** • COSPAR: 2022-174A & -B
Twee Luxemburg-Franse commerciële communicatiesatellieten. Dit zijn de eerste twee exemplaren van een verbeterde generatie O3b-satellieten, gebouwd door Boeing. De kunstmanen komen uiteindelijk in een operationele baan op 7825x7825 km x 70°.

17 december 2022 | 21:32 uur

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

- **Starlink G4-37-1 t/m G4-37-54** • COSPAR: 2022-175
54 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

21 december 2022 | 01:47 uur


Draagraket: Vega-C • Lanceerplaats: Kourou

De lancering mislukt als 2,5 minuten na de start de nozzle van de tweede trap faalt.



De Boeing-747 Cosmic Girl van Virgin Orbit op Cornwall Spaceport in het VK, kort voor de eerste poging om vanuit West-Europa een satelliet te lanceren. [NASA/JPL]

- **Pleiades NEO-5 & -6** • COSPAR: Geen, mislukt
Twee Franse commerciële aardobservatiesatellieten, gebouwd en geopereerd door Airbus.

 De tussentrap tussen de eerste twee rakettrappen en de ontstekers van de tweede en derde trap zijn ontwikkeld en gebouwd door respectievelijk Airbus NL en APP.

22 december 2022

Astronauten Cassada en Rubio maken een ruimtewandeling vanuit de Quest luchtsluis van het ISS. Ze installeren een tweede zonnepaneel op de S4 Truss van het ISS.

27 december 2022 | 07:37 uur

Draagraket: Chang Zheng-4B • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Gaofen 11-04** • COSPAR: 2022-176A
Chinese militaire aardobservatiesatelliet.

17 december 2022 | 21:32 uur

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

- **Starlink G5-1-1 t/m G5-1-54** • COSPAR: 2022-177
54 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten. Dit zijn de eerste Starlink-satellieten die in een baan met een inclinatie van 43° worden geplaatst. Tevens maken ze gebruik van de radiofrequenties gereserveerd voor Starlink-v2.0.

29 december 2022 | 04:43 uur

Draagraket: Chang Zheng-3B • Lanceerplaats: Xichang

- **Shiyan 10-02** • COSPAR: 2022-178A
Chinese wetenschappelijke satelliet. In een geostationaire baan.

30 december 2022 | 07:38 uur

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

- **EROS-C3** • COSPAR: 2022-179A
Israëliëse aardobservatiesatelliet in een retrograde baan (inclinatie 140°). De 400 kg zware kunstmaan wordt zowel voor civiele als militaire doeleinden gebruikt.

3 januari 2023 | 14:56 uur


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

- **Transporter-6** • COSPAR: 2023-001



De Perseverance rover dropt de eerste van een serie bodemonsterbuisjes op het oppervlak. Begin jaren 2030 zullen deze buisjes opgehaald worden door een NASA/ESA missie en terug naar de Aarde worden gebracht voor gedetailleerde analyse in laboratoria. [NASA/JPL]

- Dispenser-missie voor 114 kleine satellieten: **YAM-5, Lynk Tower-03 & -04, Umbra-SAR 04 & 05, EOS-SAT-1, ICEYE-X21, -X22 & -X27, ÑuSat-32 t/m -35, Skykraft Deployer-1, Skykraft-1 t/m 5, Chimera LEO-1, ION-SCV 007 & 008, Astrocast-0401 t/m -0404, Futura-1 & -3, Kelpie-1, Sharja-Sat-1, TAUSAT-2, Orbiter-SN1, Skyline Celestial, MDQSAT-1A & -1B, NPC Spacemind, PROVES-Yearling, SAPLING-1, Vigoride-5, ZEUS-1, KSF-3A t/m -3D, Flock-4y-1 t/m -36, Lemur-2 157 t/m 162, SpaceBEE 156 t/m 167, EWS RROCI, BRO-8, Gama Alpha, Menut, MilSpace 2-1 & -2, NSLSat-2, Platform-2, Star-Sphere-1, Star-Vibe, Sternula-1, Connecta-T1.2, Guardian Alpha, KuwaitSat-1, PolyITAN-HP-30 & BDSAT 2**

 *ISISpace voert namens 47 klanten de lancering van satellieten uit. TNO en NLR zijn deel van het consortium voor de twee Noors-Nederlandse militaire MilSpace 2-1 & 2-2 nanosatellietjes. Deze 10 kg zware, door het Noorse NanoAvionics gebouwde kunstmanen zijn respectievelijk Birkeland en Huijgens genoemd, en hebben een radarexperiment aan boord.*

8 januari 2023 | 22:00 uur

Draagraket: Chang Zheng-7A • Lanceerplaats: Wenchang

- **Shijian-23** • COSPAR: 2023-002A
Chinese experimentele geostationaire communicatiesatelliet.

9 januari 2023 | 05:04 uur

Draagraket: Gushenxing-1 • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Tianqi-13** • COSPAR: 2023-003
Chinese communicatiesatelliet voor IoT-diensten. In een zonsynchrone baan.
- **Tianmu 1-01 & -02** • COSPAR: 2023-003
Twee Chinese meteorologische satellieten.
- **Nantong Zhongxue & Keji-1** • COSPAR: 2023-003
Chinese nanosatellieten.

9 januari 2023 | 23:08 uur

Draagraket: LauncherOne • Lanceerplaats: Boeing 747 Cosmic Girl, boven de Keltische Zee.

De eerste poging om vanuit West-Europa een satelliet in een baan om de Aarde te brengen mislukt als de tweede trap faalt. Restanten van de raket en de nuttige lading vallen in de Atlantische Oceaan nabij de Canarische Eilanden.

LauncherOne is een lanceersysteem ontwikkeld door Virgin Orbit en heeft eerder in de VS al vijf lanceringen uitgevoerd waarvan 4 succesvol waren.

- **Prometheus-2A & -2B, Amber-1, CIRCE-1 & -2, DOVER, ForgeStar-0, AMAN & STORK-6** • COSPAR: Geen, mislukt
Negen nanosatellieten.

9 januari 2023

Het vrachtschip Dragon CRS-26 wordt losgekoppeld van de zenitpoort van de Harmony module van het ISS. Twee dagen later keert de Dragon terug naar de Aarde en maakt een parachutelanding in de Golf van Mexico voor de kust van Florida.

10 januari 2023 | 04:50 uur

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

- **OneWeb L16-1 t/m -40** • COSPAR: 2023-004
Veertig Britse commerciële communicatiesatellieten.

10 januari 2023 | 23:27 uur

Draagraket: RS-1 • Lanceerplaats: Kodiak

Eerste lancering van de door ABL Space Systems ontwikkelde draagraket RS-1. Echter enkele seconden na de start slaan de motoren van de eerste trap af, waarna de raket terugvalt op het lanceerplatform en explodeert. De tweetraps RS-1 kan ongeveer 1350 kg in een lage baan brengen.

- **Varisat-1A & -1B** • COSPAR: Geen, mislukt
Twee Amerikaanse technologische nanosatellieten.

11 januari 2023

Rusland maakt bekend dat zij in februari de Soyuz MS-23 onbemand naar het ISS zullen lanceren om hiermee de beschadigde Soyuz MS-22 te vervangen. De bemanning van de Soyuz MS-22 zal ongeveer een half jaar langer in de ruimte blijven voordat zij in de herfst van 2023 met de Soyuz MS-23 terug naar de Aarde keren.

12 januari 2023 | 18:10 uur

Draagraket: Chang Zheng-2C • Lanceerplaats: Xichang

- **APStar-6E** • COSPAR: 2023-005A
Chinese commerciële geostationaire communicatiesatelliet.

13 januari 2023 | 07:00 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Yaogan-37** • COSPAR: 2023-006A
Chinese militaire spionagesatelliet.
- **Shiyan 22-01 & -02** • COSPAR: 2023-006B & -C



Voor de vijfde keer vertrekt er een Falcon Heavy naar de ruimte; deze keer met twee Amerikaanse militaire satellieten. [SpaceX]

Twee Chinese satellieten met technologische experimenten aan boord.

15 januari 2023 | 03:14 uur

Draagraket: Chang Zheng-2D • Lanceerplaats: Taiyuan

- **Loijia 3-01, Qilu-2 & -3, Jin Zijing-3, -4 & -6** • COSPAR: 2023-007
Zes Chinese aardobservatiesatellieten van Wuhan University, Shandong Institute, Hong Kong Aerospace en Jiutian Weixing. In een zonsynchrone baan op 550 km.
- **Jilin-1 GF03D34, MF02A03, MF02A04, MF02A07, HWA07 & -08** • COSPAR: 2023-007
Zes Chinese commerciële aardobservatiesatellieten van Chuanguang Sat Tech.
- **Beiyou-1** • COSPAR: 2023-007
Chinese technologische satelliet met computerexperimenten aan boord.

15 januari 2023 | 22:56 uur

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

- **CBAS-2** • COSPAR: 2023-008A
Amerikaanse militaire geostationaire communicatiesatelliet.
- **LDPE-3A** • COSPAR: 2023-008B
Amerikaanse militaire experimentele geostationaire satelliet.



De Japanse ruimtevaarder Koichi Wakata aan het werk buiten het ISS tijdens de ruimtewandeling op 2 februari. [NASA]

18 januari 2023 | 12:24 uur

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

- **USA-343** • COSPAR: 2023-009A
Amerikaanse militaire navigatiesatelliet.

19 januari 2023 | 15:43 uur

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

- **Starlink G2-4-1 t/m G2-1-51** • COSPAR: 2023-010
51 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

20 januari 2023

ISS bewoners Wakata en Mann maken een ruimtewandeling om steunen op het P4-Segment te installeren voor een toekomstig zonnepaneel.

24 januari 2023 | 23:00 uur

Draagraket: Electron • Lanceerplaats: Wallops

- **Hawk-6A t/m -6C** • COSPAR: 2023-011A t/m -C
Drie Amerikaanse commerciële elektronische af luistersatellieten.

26 januari 2023 | 01:50 uur

Draagraket: H-2A • Lanceerplaats: Tanegashima

- **IGS Radar-7** • COSPAR: 2023-012A
Japanse militaire radarspionagesatelliet. In een zonsynchrone baan (490 x 510 km x 97°).

26 januari 2023 | 09:32 uur

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

- **Starlink G5-2-1 t/m G5-2-56** • COSPAR: 2023-013
56 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

31 januari 2023 | 16:15 uur

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

- **Starlink G2-6-1 t/m G2-6-49** • COSPAR: 2023-014
49 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.
- **ION SCV009** • COSPAR: 2023-014
Italiaanse technologische satelliet van D-Orbit met diverse experimenten aan boord.

2 februari 2023 | 07:58 uur

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

- **Starlink G5-3-1 t/m G5-3-53** • COSPAR: 2023-015
53 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

2 februari 2023

Tijdens een ruimtewandeling ronden Wakata en Mann de installatie van steunen op het P4-Segment af, zodat hier later de nog te lanceren zonnepanelen op geïnstalleerd kunnen worden.

5 februari 2023 | 09:12 uur

Draagraket: Proton-M • Lanceerplaats: Baykonur

- **Elektro-L No. 4** • COSPAR: 2023-016A
Russische geostationaire meteorologische satelliet.

7 februari 2023

Het onbemande vrachtschip Progress MS-20 wordt losgekoppeld van de ISS woonmodule Zvezda. Enkele uren later keert het toestel terug in de atmosfeer en verbrandt.

7 februari 2023 | 01:32 uur

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

- **Amazonas Nexus** • COSPAR: 2023-017A
Braziliaans-Spaanse commerciële geostationaire communicatiesatelliet.

9 februari 2023 | 06:15 uur

Draagraket: Soyuz-2.1a • Lanceerplaats: Baykonur

- **Progress MS-22** • COSPAR: 2023-018A
Russisch vrachtschip met voorraden voor het ISS.

9 februari 2023

Taikonauten Fei en Zhang maken een ruimtewandeling waarbij ze een extra koelpomp op de buitenzijde van de Tiangong installeren.

10 februari 2023 | 03:48 uur

Draagraket: SSLV • Lanceerplaats: Satish Dhawan

- **EOS-7** • COSPAR: 2023-019A
Indiase experimentele aardobservatiesatelliet (156 kg).
- **Janus-1 & AzaadiSAT-2** • COSPAR: 2023-019
Twee nanosatellieten.

11 februari 2023

De Progress MS-22 arriveert bij het ISS en koppelt aan de achterzijde van de Zvezda module. Enkele uren later treedt er een lek op in

het koelsysteem van de oudere Progress MS-21, net als bij de Soyuz MS-22 in december. Ook bij de Progress MS-21 geeft Rusland de inslag van een micro-meteoroïde als de reden voor het lek.

12 februari 2023 | 05:10 uur

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

- **Starlink G5-4-1 t/m G5-4-55** • COSPAR: 2023-020
55 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

17 februari 2023 | 19:12 uur

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

- **Starlink G2-5-1 t/m G2-5-51** • COSPAR: 2023-021
51 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten.

18 februari 2023 | 03:59 uur

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

- **Inmarsat I-6 F2** • COSPAR: 2023-022A
Britse commerciële geostationaire communicatiesatelliet.

18 februari 2023

Het onbemande vrachtschip Progress MS-21 wordt losgekoppeld van de Poisk module van het ISS. Een dag later keert de Progress terug in de atmosfeer en verbrandt. De lekke radiator heeft geen negatief effect op de terugkeer van de Progress, maar de koellast ligt door de afwezigheid van een bemanning significant lager dan bij een Soyuz.

23 februari 2023 | 11:49 uur

Draagraket: Chang Zheng-3B • Lanceerplaats: Xichang

- **Zhongxing-26** • COSPAR: 2023-023A
Chinese civiele geostationaire communicatiesatelliet.

24 februari 2023 | 00:24 uur

Draagraket: Soyuz-2.1a • Lanceerplaats: Baykonur

- **Soyuz MS-23** • COSPAR: 2023-024A
Russisch onbemand ruimtvaartuig. De Soyuz MS-23 wordt onbemand naar het ISS gestuurd om de beschadigde Soyuz MS-22 te vervangen.

24 februari 2023 | 04:01 uur

Draagraket: Chang Zheng-2C • Lanceerplaats: Jiuquan

- **Horus-1** • COSPAR: 2023-025A
Egyptische aardobservatiesatelliet.

27 februari 2023 | 23:13 uur

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

- **Starlink G6-1-1 t/m G6-1-21** • COSPAR: 2023-026
21 Amerikaanse commerciële communicatiesatellieten. Dit zijn de eerste exemplaren van de tweede generatie Starlink v2.0 satellieten van SpaceX. De Starlink satellieten die met de Falcon-9 worden gelanceerd zijn kleinere versies (750 kg) dan die later met Starship in de ruimte zullen worden gebracht.

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.

