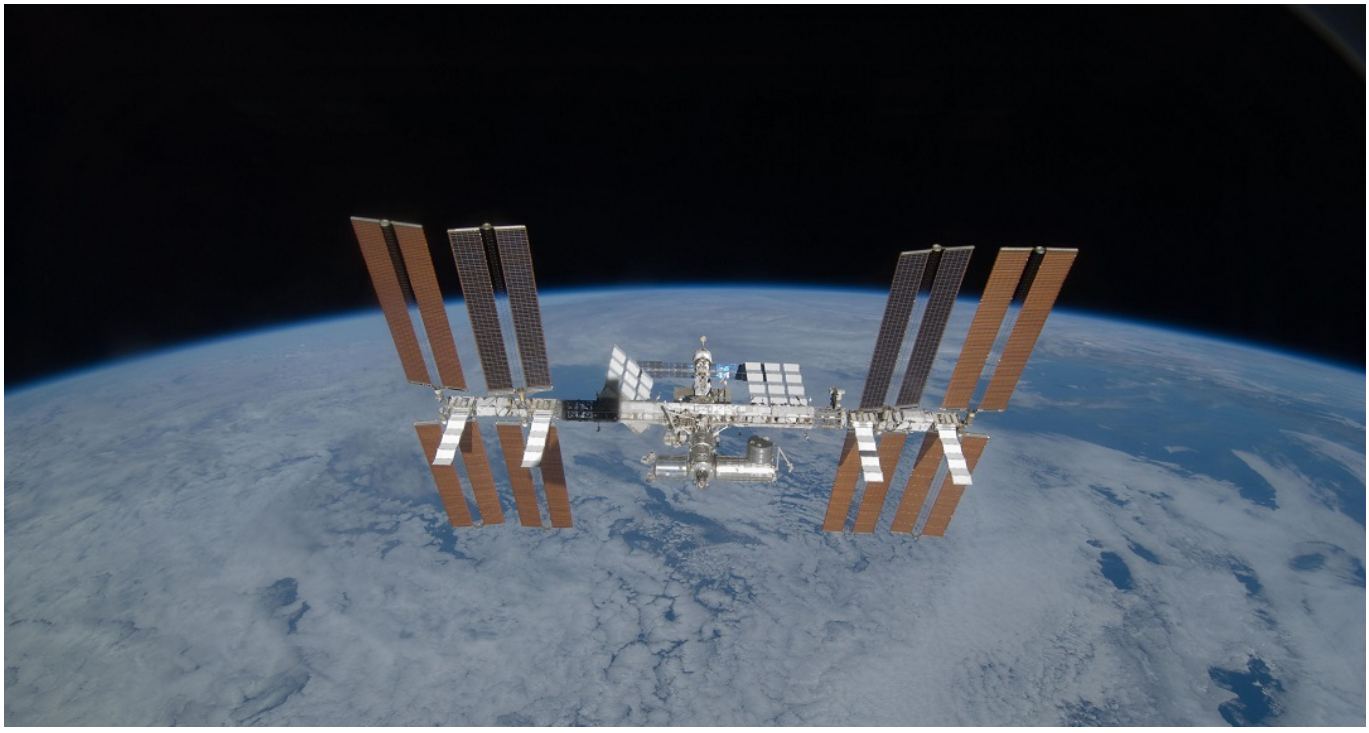
Ruimtevragen van achtstegroepers

In een onderzoekend-lerenproject over de ruimte ging de achtste groep van basisschool de Triangel aan de slag met het formuleren van een onderzoek. Na een eigen zoektocht op het internet kregen de leerlingen ook de kans om in een gastles hun vragen te stellen aan iemand met meer kennis over de ruimte. Tijdens deze gastles heb ik ze als natuur- en sterrenkundestudent mogen helpen met hun vragen, waarbij er voor de leerlingen ook veel nadruk lag op hoe je goede interviewvragen opstelt, hoe je iemand aanspreekt die iets komt vertellen en hoe je tijdens het interview goede aantekeningen maakt. De achtstegroepers hebben hun project afgesloten met het schrijven van een klein onderzoeksverslag.

Dit artikel verscheen eerder in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde.



Afbeelding 1. Het International Space Station. Afbeelding: NASA.

Wat mij bijbleef van de gastles was dat de achtstegroepers vragen stelden waar actueel onderzoek nog steeds nieuwe inzichten in kan gegeven. Daarom heb ik drie van hun vragen uitgekozen om voor te leggen aan experts in hun onderzoeksgebied: ‘de zon en Solar Orbiter’ door Anik de Groof, ‘communicatie met satellieten en het EDRS’ door Michael Witting en ‘gasreuzen en JUICE’ door Daphne Stam.

“Wat weten we nog niet over hoe de zon de aarde beïnvloedt?”

De zon wordt als onze dichtstbijzijnde ster al lange tijd door de mensheid bestudeerd. Van observaties vanaf de aarde, alleen in zichtbaar licht, tot observaties vanuit de ruimte in het hele zonnespectrum, zijn we al veel te weten gekomen over de zon. Daarnaast wordt er onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van zonneactiviteit op de aarde, zoals het verstoren van elektriciteitsnetten. Een satelliet die nu rond de zon draait, moet meer inzicht gaan bieden in hoe processen op het zonsoppervlak het leven op aarde kunnen beïnvloeden.

“De Solar Orbiter zal de invloed van de zon op de aarde helpen voorspellen”, vertelt Anik de Groof. Ze is als Instrument Operations-wetenschapper betrokken bij de coördinatie van verschillende instrumenten op de satelliet. Het doel van deze ESA-missie is de fysische processen van verschillende soorten activiteit op de zon en hun effect op de aarde beter te begrijpen.

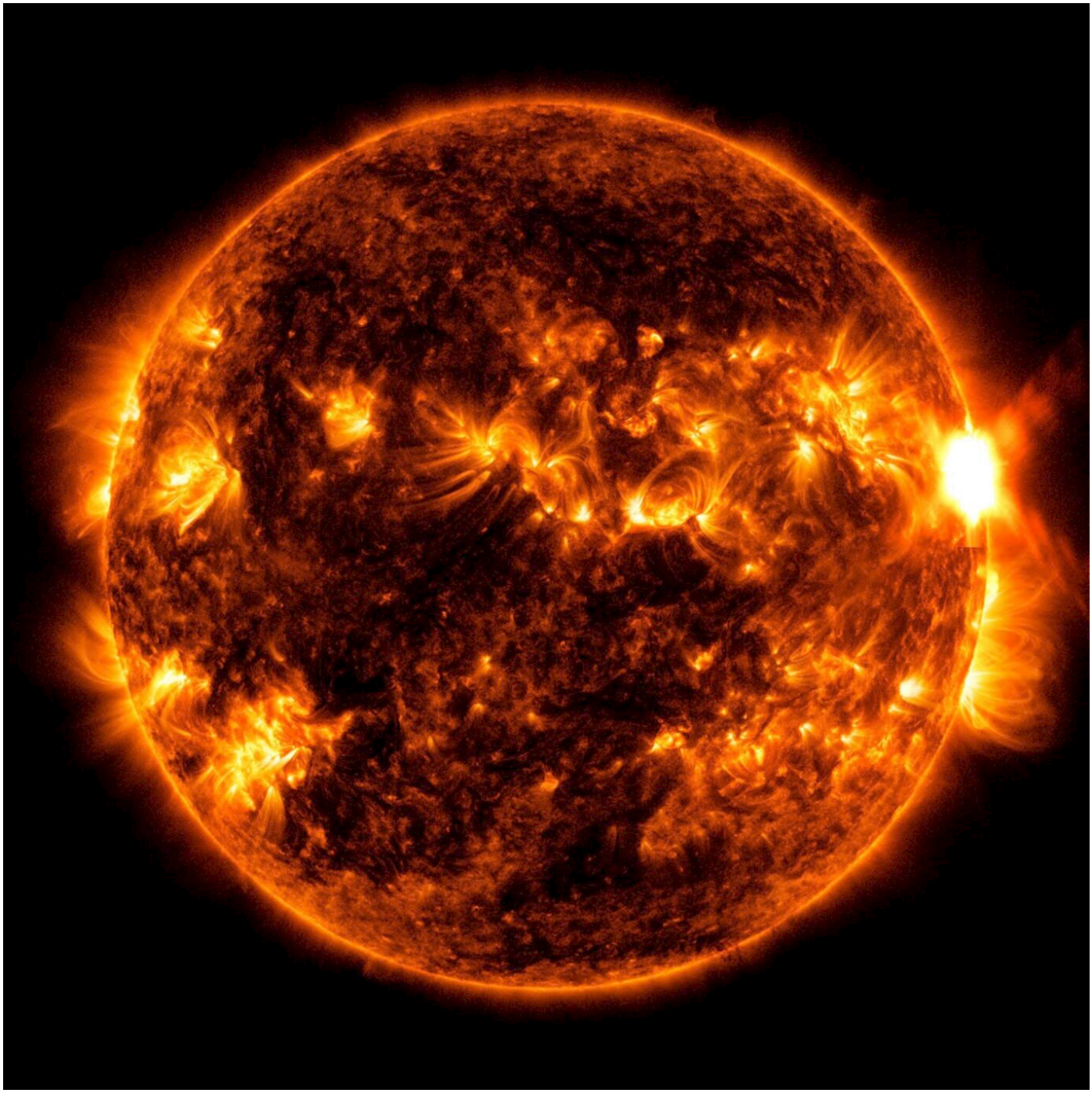
De zon heeft geen magnetische dipool zoals de aarde, maar een continu veranderend multipool-magneetveld. Magnetische reconnectie, het herstructureren van magneetvelden, is de drijfveer achter de meest explosieve energetische processen in de zon. De Groof legt uit: “Als twee magneetveldlijnen met tegengestelde polariteit dicht bij elkaar komen, kan het gebeuren dat het magneetveld zich herstructureert. Bij zo’n reconnectie kan er energie vrijkomen in de vorm van straling: een zonnevlam. Er kan ook een deel van het plasma van de zon ontsnappen en dat noemen we een *coronal mass ejection* of CME.”

En het effect op aarde? “Na acht minuten bereikt de elektromagnetische straling van een zonnevlam de aarde, waar die straling de ionosfeer kan beïnvloeden en tijdelijk doen uitzetten door verhitting en ionisatie van neutrale deeltjes in de atmosfeer. Dit kan leiden tot verstoring van radio- en gps-signalen. Na ongeveer drie dagen is een CME bij de aarde. Deze wolk van geïoniseerde deeltjes kan de magnetosfeer veranderen en verzwakken. Dit kan ook

leiden tot effecten als extra elektrische stromen in centrales en kan veroorzaken dat deze uitvallen. Om te voorspellen wat er tussen zon en aarde gebeurt, moet je meer weten over de fysica in die wolk: waar de wolk uit bestaat en wat de sterkte en oriëntatie van het magneetveld zijn. Daarvoor moet je zo'n storm meten als die net vertrekt." De Solar Orbiter volgt nu zijn eigen elliptische baan rond de zon, die hem dichter bij de zon brengt dan Mercurius.

De satelliet wordt tegen straling beschermd door een zonneschild en heeft camera's aan boord die kijken wat er gebeurt op de zon en sensoren die vervolgens metingen doen rond de satelliet. De missie is complementair aan de Parker Solar Probe die een stuk dichter bij de zon vliegt. De probe meet zonnestormen zodra zij weggeslingerd worden. Om dit te kunnen doen, kijkt de Parker Solar Probe niet met telescopen naar de zon, maar kijkt hij er juist van weg.

De Solar Orbiter zit nu in hetzelfde vlak als de planeten, maar gaat de komende jaren de zwaartekracht van Venus gebruiken om zijn baan uit de ecliptica te bewegen. Het zal tot 2026 duren voordat de eerste goede beelden van de polen van de zon er komen. "De meeste zonneactiviteit varieert in een elfjarige cyclus, en we hebben veel moeite om te voorspellen hoe de volgende cyclus eruit gaat zien. De magnetische polen hebben we nog niet goed kunnen zien, dus dit gaat waardevolle informatie geven over verandering van de activiteit."



Afbeelding 2. Zonne-activiteit. Afbeelding: NASA/SDO.

De Solar Orbiter heeft sinds de lancering in 2020 al meerdere interessante waarnemingen gedaan, zoals de *snake* [1] en *magnetic switchback* [2]. Voor De Groof staat er nog een andere interessante waarneming te wachten. “Mijn onderzoek gaat vooral over de corona van de zon. We kunnen door verbeterde resolutie nu heel kleine zonnevlammetjes zien, die we ‘kampvuurtjes’ noemen. Dit kan mogelijk een raadsel oplossen: hoe de corona zo heet is, wel 1-2 miljoen Kelvin, terwijl het zonsoppervlak maar 5700 K heet is. Als de minizonnevlammetjes zo wijdverspreid bestaan dat ze, zelfs als één vlammetje weinig

energie heeft, de hele corona kunnen verhitten, lijkt dat bewijs in de goede richting. Daar wil ik me wel in verdiepen.”

De Groof was tijdens dit interview al bezig met de planning voor maart 2023, toen de Solar Orbiter voor de derde keer in het perihelium kwam.

“Hoe communiceert het ISS met de aarde?”

Op de aarde communiceren we de hele dag met elkaar door gebruik te maken van satellieten. Maar hoe communiceer je met de aarde of met andere satellieten, als je zelf in een baan rondom de aarde draait?

“Het International Space Station (ISS) vliegt in negentig minuten in een lage baan om de aarde, waardoor het niet altijd dezelfde delen van de aarde ziet. Er zijn verschillende grondstations op aarde die toegewezen zijn aan communicatie met het ISS. Zodra het ISS over deze stations vliegt, kan er data uitgewisseld worden. Dat kan bijvoorbeeld ook een video van je familie zijn.” Michael Witting is de projectmanager voor het European Data Relay System (EDRS) van ESA. Het EDRS bestaat uit twee geostationaire satellieten: satellieten die zich altijd op dezelfde plek boven de aarde bevinden, in dit geval boven Europa. “Ook kan het ISS voor bijna de helft van zijn baan de EDRS-satellieten zien. De EDRS-satellieten zijn altijd gelinkt aan een grondstation en bieden een redelijk hoge bandbreedte van maximaal 300 Mbit/s, vergelijkbaar met je internetkabel thuis.”

Data kunnen via het EDRS op twee manieren verstuurd worden: via een laser (in het optische domein) of via radiofrequenties. Om de optische link te kunnen gebruiken, heeft de satelliet een lasercommunicatieterminal nodig. Die heeft het ISS niet en daarom gebruikt het radiofrequenties. Het optische domein biedt een grotere bandbreedte, namelijk 1,8 Gbit/s. “Hiervoor moet een satelliet ook veel meer controle hebben over vibratielevels en richtnauwkeurigheid; het signaal moet een terminal die wel 40.000 kilometer ver weg is kunnen raken. Dit is te vergelijken met schijnen van een zaklamp vanaf Amsterdam naar New York en dan een muntje willen raken.” Satellieten die de optische link van EDRS gebruiken, zijn bijvoorbeeld satellieten die aardobservaties doen om vegetatie, klimaat, ijskappen en de zeespiegel te monitoren.

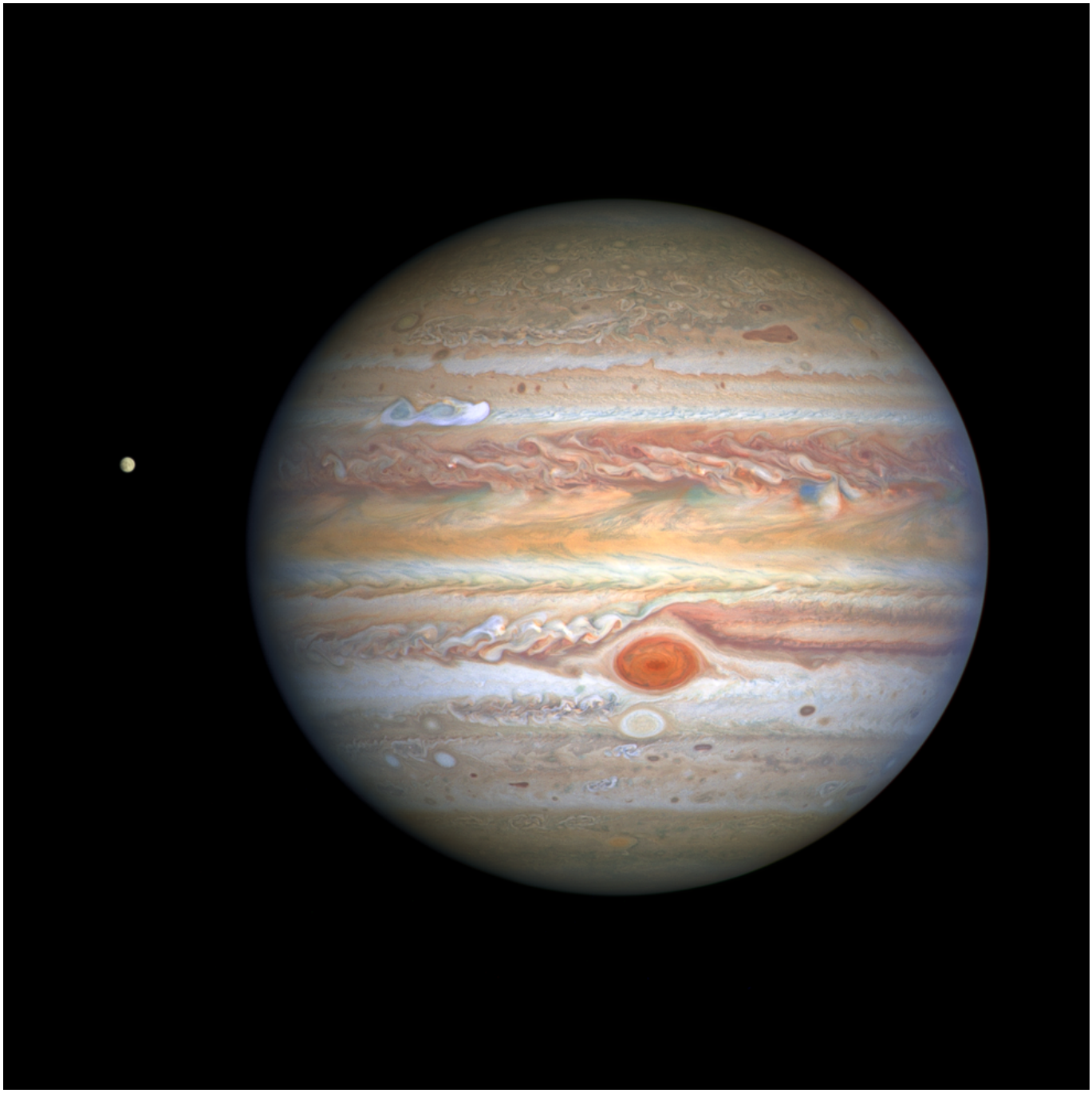
Witting legt ook uit wat de grootste beperkingen van de EDRS zijn. “Op het moment zijn er

maar twee EDRS-satellieten, beide boven Europa. Als een satelliet aan de andere kant van de aarde is, kan deze de geostationaire EDRS-satellieten niet gebruiken. Daarnaast is de techniek aan boord nu al tien jaar oud en moet er gewerkt worden met 1,8 Gbit/s. In hedendaagse optische systemen gaat dat richting de 100 Gbit/s.”

Wat er in de toekomst van de ruimtecommunicatie gaat gebeuren, is dat satellieten rechstreeks met elkaar kunnen gaan praten. Hiervoor is een inter-satellietverbinding nodig die gebaseerd is op optische communicatie. Er is ook al een project van ESA, Moonlight [3], dat satellieten in een baan om de maan wil brengen en een communicatiebrug wil maken tussen de aarde en de maan. Dit draagt bij aan de voorbereidingen van meerdere partijen om terug te gaan naar de maan, zowel voor wetenschappelijke als commerciële doeleinden.

“Wat gebeurt er met je ruimteschip als je wilt landen op Jupiter?”

Jupiter spreekt met zijn 92 manen en zijn grote rode vlek zeker tot de verbeelding. De gasreus is de allergrootste planeet in ons zonnestelsel en is ongeveer 2,5 keer zo zwaar als alle andere planeten samen. Hoewel we sinds de eerste Jupitermissie in 1972 al veel hebben geleerd, weten we nog lang niet alles van wat er zich in en onder de stormende atmosfeer van de planeet afspeelt.



Afbeelding 3. De planeet Jupiter. Afbeelding: NASA, ESA, STScI, A. Simon (Goddard Space Flight Center), M.H. Wong (University of California, Berkeley), and the OPAL team.

“Hoewel er in de heel grote bol gas waar Jupiter uit bestaat waarschijnlijk wel een vaste kern van ijzer, rotsen en ijs zit, wordt landen lastig”, vertelt Daphne Stam, planeetwetenschapper aan de TU Delft. Ze vertelt ook over de probe van de Galileo-missie die in 1995 Jupiters atmosfeer is ingestuurd [4]. “Deze probe kwam in het oog van een enorme orkaan terecht en moest de steeds hoger wordende druk weerstaan. Gedurende 58 minuten heeft hij data terug kunnen sturen naar de Galileo-orbiter voordat de communicatie stopte. Toen was de probe

nog lang niet in de buurt van de kern. Jupiter heeft ook een erg sterk magneetveld dat voor gevaarlijke straling zorgt. Die omgeving beschadigt instrumenten op ruimtevaartuigen."

De beste manier om zo'n planeet toch van dichtbij te bekijken, is met een orbiter. "Na de Galileo-missie en de Juno-missie werd dit jaar ook JUICE, de *JUpiter ICy moons Explorer,* van ESA gelanceerd. JUICE gaat om Jupiter draaien en komt vlak langs een aantal manen." JUICE gaat onderzoek doen naar de wolken en nevels in de atmosfeer van Jupiter en de mogelijkheid van oceanen onder de ijslagen op de manen Europa, Callisto en Ganymedes.

Stam is gespecialiseerd in het analyseren, interpreteren en modelleren van de polarisatie van het licht dat door planeten gereflecteerd wordt. Door te kijken naar de polarisatie kunnen onderzoekers onder andere de wolken van Venus en Jupiter of het stof in de atmosfeer van Mars bestuderen. Ze legt uit wat voor haar onderzoek interessant zou zijn om te leren over Jupiter. "De wolken op aarde bestaan allemaal uit waterdruppeltjes of waterijskristallen: onze wolken zijn allemaal wit. Op foto's van Jupiter kun je zien dat de wolken allerlei verschillende kleuren hebben. We weten nog niet welke chemische stoffen die verschillende kleuren veroorzaken, terwijl die kennis belangrijk is om te snappen hoe Jupiters atmosfeer werkt. Verder staat de draai-as van de aarde behoorlijk schuin op het vlak waarin de aarde om de zon draait. De draai-as van Jupiter staat juist bijna verticaal, waardoor Jupiter eigenlijk geen seizoenen heeft. Toch zien we seizoensveranderingen in de nevels boven de wolken. De helft van het Jupiterjaar is deze nevel dikker op het noordelijk halfrond en de andere helft op het zuidelijk halfrond. Waar deze verandering vandaan komt, weten we nog niet."

JUICE komt pas in 2031 aan bij Jupiter. En wie weet, tegen de tijd dat de JUICE-data terug naar de aarde komen, kunnen de achtstegroepers die deze vraag stelden er zelf mee aan de slag als wetenschappers.

Referenties

1. *Solar snake spotted slithering across Sun's surface*. (14-11-2022). Geraadpleegd op 01-12-2022, van https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2022/11/Solar_snake_spotted_slithering_across_Sun_s_surface

2. *Solar Orbiter solves magnetic switchback mystery*. (12-09-2022). Geraadpleegd op 01-12-2022, van https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Solar_Orbiter/Solar_Orbiter_solves_magnetic_switchback_mystery
3. *What is ESA's Moonlight initiative?* (09-11-2022). Geraadpleegd op 26-12-2022, van https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2022/11/What_is_ESA_s_Moonlight_initiative
4. *Galileo Jupiter Atmospheric Probe.* (14-06-2021). Geraadpleegd op 27-12-2022, van https://solarsystem.nasa.gov/missions/galileo-probe/in-depth/