

DE STERRENWACHTER

twemaandelijks tijdschrift van Volkssterrenwacht Urania

extra nummer zomer 2021



DE STERRENWACHTER

is een tweemaandelijks uitgave
van Volkssterrenwacht Urania vzw

Jozef Mattheessensstraat 60, 2540 Hove
tel 03 455 24 93 – fax 03 454 22 97

e-mail info@urania.be

website www.urania.be

Facebook

www.facebook.com/volkssterrenwachtUrania

Twitter

twitter.com/urania_hove

LinkedIn

www.linkedin.com/company/volkssterrenwacht-urania

Instagram

www.instagram.com/urania_volkssterrenwacht

verantwoordelijke uitgever Marc Gyssens

eindredactie Hilde Willemsen

vormgeving Ann Neumüller

artikels voor De Sterrenwachter

Artikels voor de volgende editie kunnen worden
bezorgd via e-mail (sterrenwachter@urania.be)
uiterlijk op 31 juli 2021.

jaarabonnement 19 euro

URANIA

Het **documentatiecentrum** is geopend op dinsdag-,
donderdag- en vrijdag van 19.45 tot 22.30 uur en
woensdag van 14 tot 16 uur.

De **Astrobar** is geopend op dinsdag-, donderdag-
en vrijdag van 19.30 tot 0.00 uur.

De **Astroshop** is geopend op dinsdag, donderdag
en vrijdag van 19.45 tot 22.30 uur en woensdag en
zondag van 14 tot 16 uur.

Het **bezoekerscentrum** is geopend voor individuele
bezoekers op vrijdag van 19.30 tot 22.30 uur en op
woensdag en zondag van 14 tot 16 uur.

Er zijn **rondleidingen** met planetariumvoorstelling
en bezoek aan de waarnemingstoren op vrijdag om
20.45 uur en zondag om 15.15 uur. Speciale **kinder-
voorstellingen** op woensdag- en zondag om
14.15 uur en vrijdag om 19.45 uur.

In juni en tijdens de schoolvakanties is Urania
gesloten op donderdagavond.

INHOUD

- 4** Hoe werkt een telescoop?
- 8** In den beginne...
- 14** Ik wil de grootste hebben!
- 18** De telescopen in de toren
- 24** Een greep uit het leven van een kijkerbouwer
- 27** Mijn telescoop en ik
- 34** Basisprincipes van de radioastronomie
- 40** Een radiotelescoop op de maan
- 46** Urania's radiotelescopen
- 52** Een telescoop in de ruimte
- 57** Sterren schitteren voor iedereen
- 62** Toemaatje



Volkssterrenwacht Urania geniet steun van het
Actieplan Wetenschapsinformatie en Innovatie,
een initiatief van de Vlaamse Overheid. Ook
de Provincie Antwerpen en de Gemeente Hove
ondersteunen de sterrenwacht.

Voor het derde jaar op rij trakteren we je op een extra nummer van de Sterrenwachter!

Na themanummers rond 50 jaar maanlanding (zomer 2019) en 50 jaar Urania (zomer 2020), staat dit jaar het thema ‘Telescopen’ centraal. Omwille van corona moesten we in oktober 2020 forfait geven voor de viering van 50 jaar Urania-waarnemingstoren & telescoop. In het voorjaar van 2021 werden de koepel van die 50-jarige toren en de Gobelijntelecoop (de in 2003 in gebruik genomen opvolger van de oorspronkelijke Kuttertelescoop) grondig gerenoveerd. Dat waren twee goeie redenen om een zomernummer te wijden aan sterrenkijkers!

Telescopen, er valt zoveel over te vertellen! Theorie, praktijk, verleden, toekomst, grote telescopen, eigen telescopen, zelfbouw-telescopen, radiotelescopen, ruimtetelescopen, telescopen voor iedereen,... Al gauw bleek dat we hiermee veel meer dan 64 bladzijden konden

vullen. Het dwong ons tot het maken van selecties. We hopen je met de gemaakte keuzes een leesbaar boekje te bieden dat toch een goed beeld geeft van de vele ladingen die door de telescoopvlag gedekt worden.

Voor je je op deze zomersterrenwachter stort, nog even dit. Kruis alvast 10, 11 en 12 september aan in je agenda! Want dan zijn het onze jaarlijkse opendeurdagen. En het thema— ‘Astronomen van bij ons, beroemd maar soms vergeten’ — sluit wonderwel aan bij deze zomersterrenwachter. Want voor er sprake was van telescopen, bestonden er ook al instrumenten om de hemel te bestuderen. En met wat geluk zullen een aantal fraaie exemplaren te bewonderen zijn tijdens de opendeurdagen! Meer info volgt uiteraard via de website en in het septembernummer van De Sterrenwachter.

Veel leesplezier!

Op de omslag

Toren en Gobelijntelecoop

Drone-opname van de waarnemingstoren met de vernieuwde Gobelijntelecoop. Rechts van de toren staat de oude Urania-radiotelescoop, momenteel niet in gebruik.

Foto: Jona Gladines



Hoe werkt een telescoop?

 Didier Van Hellemont

Iedereen die naar een (volks)sterrenwacht gaat, verwacht daar ‘sterrenkijkers’ of telescopen te zien. Op Urania is dat niet anders. Maar waarvoor dienen die dingen eigenlijk?

Licht verzamelen

Eigenlijk heeft een telescoop slechts één, heel eenvoudige taak: zoveel mogelijk licht in ons oog brengen. Onze oogpupillen openen zich 's nachts, als er weinig licht is, tot 5 à maximaal 8 mm. Dat is niet zo erg veel. Door een lens of een spiegel te gebruiken en die een welbepaalde vorm te geven, kunnen we ervoor zorgen dat het licht in ons oog wordt gebundeld (geconcentreerd). Hoe groter die lens of spiegel, des te meer licht we ‘vangen’. Immers, hoe meer licht er is, hoe duidelijker het beeld zal zijn en hoe meer details we zullen zien.

LICHTOPBRENGST

Hoeveel licht een telescoop verzamelt tegenover ons menselijk oog, kan je heel gemakkelijk berekenen met deze formule:

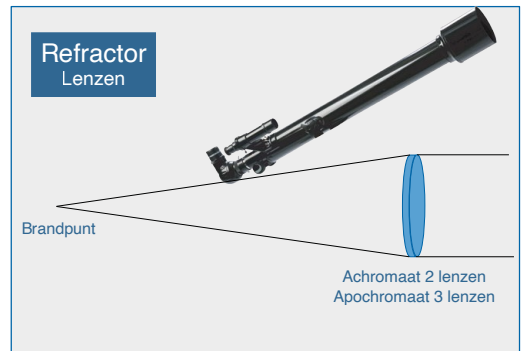
$$L = \left(\frac{D}{6}\right)^2$$

D is de diameter van je telescoop in mm, en 6 (mm) is een gemiddelde waarde voor de diameter van een oogpupil.

Een 300 mm-kijker vangt dus 2500 × meer licht dan het blote oog. Zelfs voor een eenvoudige 7 × 50 verrekijker is de lichtwinst nog altijd 70 ×.

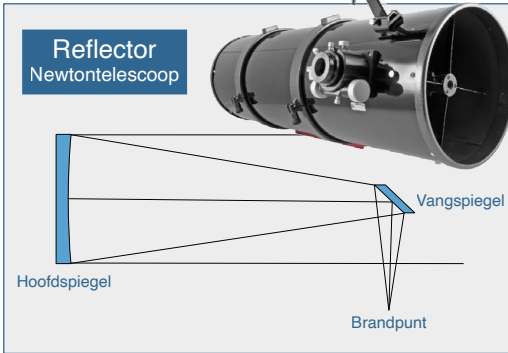
Verskillende types telescopen

Ruwweg kan je drie verschillende soorten kijkers onderscheiden: *reflectoren* (spiegelkijkers), *refractoren* (lenzenkijkers) en *catadioptrische* kijkers.

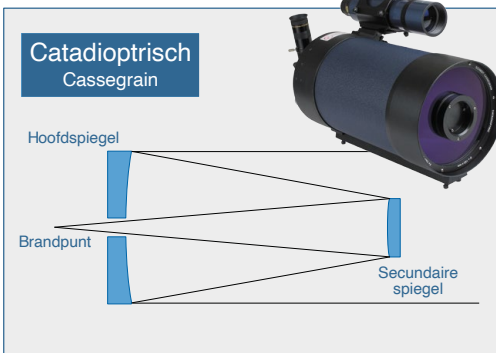


Een refractor bestaat uit een lens vooraan, die het licht bundelt in een brandpunt, waar we het via een oculair kunnen opvangen. Het principe dat hier wordt toegepast, is dat van lichtbreking. Lenzen bestaan vaak uit verschillende glassoorten, om een zo goed mogelijk beeld te produceren, zonder optische afwijkingen. Oudere refractoren vertonen soms kleurafwijkingen, maar recentere exemplaren (zeker de apochromaten) geven nagenoeg perfecte beelden.

De naam ‘reflector’ verradt al het basisprincipe van dit type telescoop: het licht wordt gereflecteerd, of weerkaatst, door een spiegel. Het meest voorkomende type is een Newton-telescoop, waarbij het licht door de telescoop-



buis op een spiegel valt, en via een secundaire spiegel (of vangspiegel) buiten de buis wordt gestuurd, waar we het kunnen opvangen. Door het feit dat een spiegel beter dan een lens kan worden ondersteund, is het veel gemakkelijker grote spiegeltelescopen te bouwen, en zijn ze ook veel goedkoper.



Een Cassegrain-telescoop ten slotte werkt met een holle hoofdspiegel en een lichtjes bolle vangspiegel, die het licht door de hoofdspiegel naar het oculair stuurt. Deze constructie zorgt ervoor dat men heel compacte en gebruiksvriendelijke instrumenten kan maken.

Deze verschillende types hebben uiteraard elk hun voor- en nadelen. Refractoren worden al snel heel duur bij lensdiameters boven de 80 mm. Reflectoren daarentegen kan je gemakkelijk zelf bouwen en maken grote diameters mogelijk voor amateurastronomen; 400- en 500 mm-spiegels zijn geen uitzonderingen

meer. Urania heeft een actieve werkgroep Kijkerbouw waar al vele excellente spiegels zijn geslepen, waar dan naderhand een kijker rond wordt gebouwd. Op pagina 24 kan je meer lezen over de werkgroep. Cassegraintelelescopen zijn compact en vaak van goede kwaliteit, in verschillende kwaliteitsniveaus (en bijgevolg prijsklassen) beschikbaar. Je vindt alvast een mooie selectie in Urania's Astroshop.

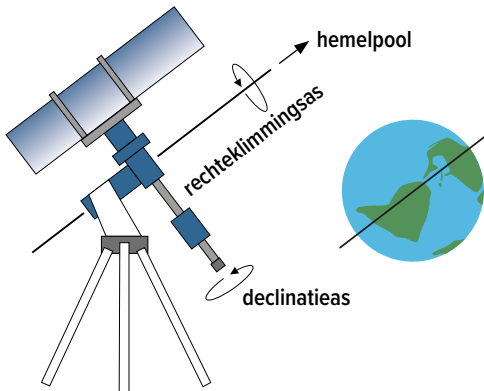
Telescoopmonteringen

Uiteraard stopt het niet bij de telescoop: je hebt immers ook nog een degelijke montering nodig. Ook hier bestaan zeer veel varianten in alle prijsklassen. Je kan twee grote types onderscheiden: de *azimutale* en *parallactische* monteringen.

Het eenvoudigste type is een azimutale montering. De twee assen van deze opstelling bewegen horizontaal en verticaal, wat zeer gemakkelijk is in het gebruik, en weinig mechanische hoogstandjes vergt. Een fotostatief kan je gebruiken als azimutale montering. Een ander bekend voorbeeld is een Dobsonmontering, een soort 'doos' waarin je een spiegeltelescoop plaatst. Zo'n Dobsonopstelling is heel snel bedrijfsklaar en kan ook redelijk grote telescopen herbergen.



Het grote nadeel van een azimutale montage is dat je (tenzij je op de evenaar of op de noordpool woont), altijd twee assen moet bedienen. Neem bijvoorbeeld een ster die in het oosten opkomt. Je montage zal regelmatig in zowel hoogte als azimut (horizontaal) moeten worden bijgesteld. Zeker bij hogere vergrotingen is dit geen gemakkelijke taak. Geavanceerde montages werken met twee motoren, die vaak ook computergestuurd zijn. Dat werkt zeer gemakkelijk en zorgt ervoor dat de waarnemer zich op de gewenste objecten kan concentreren.



Het tweede type montage is de parallactische montage, waarbij je één van de twee assen parallel met de aardas afstelt (dus in de richting van de Poolster). Op deze manier kan je eenvoudig de rotatie van de aarde rond haar eigen as compenseren, door maar aan één as te draaien. Ook hier wordt dit vaak door een of twee motoren ondersteund, al dan niet met behulp van een computer. Een parallactische montage is noodzakelijk als je precieze waarnemingen wil doen of wil fotograferen. Duurdere en zwaardere montages van dit type worden vaak permanent in een sterrenwacht opgesteld.

Meer en meer montages, zowel azimutale als parallactische, worden tegenwoordig aangestuurd door computers (al dan niet in

combinatie met een gps-ontvanger). Na een korte kalibratie, waarbij je enkele heldere sterren in beeld neemt, neemt de computer het over, en dien je gewoon op een computer, tablet of telefoon aan te duiden welke hemelobjecten je wil bekijken.

Wat hebben we nog nodig?

Om het beeld in het brandpunt van een telescoop te kunnen bekijken, heb je ook een *oculair* (oculus = oog) nodig. Een oculair is een stukje optiek, bestaande uit minstens twee lenzen (vaak ook een heel stuk meer), om het beeld in het brandpunt zichtbaar te maken en uit te vergroten voor de waarnemer. Door oculairs met verschillende brandpuntsafstanden te kiezen, kan je verschillende vergrotingen bekomen. Je deelt gewoon de brandpuntsafstand van je kijker (in mm) door de brandpuntsafstand van het oculair (eveneens in mm) om de vergroting te bekomen. Een kijker met 1000 mm brandpuntsafstand en een oculair van 25 mm geeft een vergroting van $40\times$ ($1000 \div 25 = 40$). Hoe hoger de vergroting, hoe kleiner het beeldveld zal zijn (het stukje van de hemel dat je ziet). Hogere vergrotingen geven vaak ook een donkerder beeld, en elke kleine trilling (van de telescoop of van de atmosfeer) zal uitvergroot worden. Toch zijn vergrotingen

Het oculairenkistje van een niet nader genoemd WGAS-lid



van een paar honderd keer geen uitzondering bij goede telescopen.

Oculairs bestaan in vele formaten, uitvoeringen en kwaliteiten, met prijzen van een paar tientallen tot vele honderden euro.

Vaak zie je ook nog een klein telescoopje, de zogenaamde *zoeker*, op de grote telescoop gemonteerd staan. (Grappig weetje: in het Engels is het geen *zoeker*, maar een *finder*.) Door de lage vergroting en het grote beeldveld van zo'n zoeker en de aanwezigheid van een kruisdraad, kan je gemakkelijk manueel astronomische objecten in beeld brengen. Het hoeft trouwens geen mini-telescoopje te zijn, de zogenaamde *red dot finders*, die een rood lichtpuntje tussen de sterren projecteren, werken even goed.

Verder bestaan er nog vele accessoires die nuttig kunnen zijn, zoals Barlowlenzen (om hogere vergrotingen te bekomen), lichtpollutie-, nevel- en kleurenfilters, zenitprisma's,...

Welke telescoop kiezen?

Een telescoop kiezen is, mede door het grote aanbod, geen eenvoudige zaak. Er komen heel wat factoren bij kijken: welke objecten dragen je interesse weg? Wil je zelf je kijker bouwen, of schaf je er eentje aan? Is het belangrijk zoveel mogelijk licht op te vangen (grotere lens of spiegel), of ga je voor superieure optiek? Heb je veel of weinig plaats? Neem je je telescoop soms mee op reis? Ga je ermee fotograferen? Wil je wel of geen computersturing?

Geen eenvoudige taak dus! Als lid van Urania heb je een paar streepjes voor: niet alleen hebben we onze Astroshop, onze vele actieve leden kunnen je zeker helpen bij je keuze, en tijdens de waarnemingsactiviteiten kan je op één avond met verschillende types telescopen en monteringen kennismaken.

Je hebt alleszins geen grote telescoop nodig om van start te gaan. Op Urania raden

Kennismaken met telescopen

Voor je een telescoop aanschaft, is het zeker een goed idee op Urania langs te komen voor een nachtelijke waarneming. Dat kan tijdens opendeurdagen, sterrenkijkavonden, en bezoekomomenten op vrijdagavond. Als je graag echt leert werken met een telescoop, kan je deelnemen aan de waarnemingsavonden van de WGAS (Werkgroep Algemene Sterrenkunde). Heel wat werkgroepsleden hebben een eigen instrument en weten er heel wat van af!

we cursisten zelfs vaak aan om met een eenvoudige verrekijker van start te gaan. Niet alleen vanwege de prijs en het eenvoudige gebruik, maar ook vanwege het grote beeldveld en het rechtopstaande beeld. Op die manier kan je je gemakkelijk vertrouwd maken met de sterrenhemel. Voor meer detailrijke beelden van maan, planeten, dubbelsterren of alerhande deep-sky-objecten, ben je natuurlijk al snel aangewezen op een telescoop. Zelfs een eenvoudige 80 mm kan je al heel wat mooie en interessante objecten in detail laten zien. Je hoeft je dus niet meteen een 'kanon' van 300 mm of meer aan te schaffen!

Telescopen tijdens de pandemie

Jawel, ook hier kunnen we spreken van een corona-effect... In 2020 en ook een deel van 2021 had iedereen plots meer tijd voor hobby's, en ondervonden velen dat astronomie vanuit hun kot een goede optie was. De verkoop van telescopen ging door het dak, en de leveringstijden schoten omhoog. Zes maanden of zelfs een jaar is geen uitzondering! Het valt overigens ook wel te verwachten dat er de komende maanden hier en daar leuke tweedehandskoopjes op de markt zullen komen. ■



In den beginne... Van ‘instrument om verre te sien’ tot occhiale en ten slotte telescoop

 Roger Van der Linden

Prelude

Het vergrotend effect van in een bepaalde vorm geslepen glas of edelstenen, was reeds in de Oudheid bekend. Men gebruikte bijvoorbeeld in de Middeleeuwen al het kleurloze beril, een mineraal, bestaande uit aluminium-berylliumsilicaat, ingewerkt in relikwiehouders om de overblijfselen van heiligen beter te laten zien aan de gelovigen. Van dit beril komt onze benaming ‘bril’.

Tot de veertiende eeuw is glas te groen en vol luchtbellens en onzuiverheden om bruikbaar te zijn, maar op het Venetiaanse eiland Murano lukt het om een zuivere soort te ontwikkelen, die men daar *crystallo* noemt. Vandaag spreken we nog altijd van kristallen vazen en luchters — hoewel glas, scheikundig gesproken, geen kristal is, maar een amorfe

stof. Men drukt een holle metalen buis van een drietal centimeter diameter meermaals tegen een uit de gesmolten toestand geblazen glasbol van een dertigtal centimeter diameter. Als de glasblazer die bol tijdens het afkoelen een tik geeft met een houten hamer, springen er door de opgebouwde spanningen lensjes van drie centimeter uit. Die zijn ook aan de ene kant bol en aan de andere kant hol. Door wegslijpen aan één kant kan men daaruit holle of bolle lensjes vervaardigen. Omdat deze glaszijfjes de vorm hebben van lenzen, een peulvrucht, worden ze met hun Latijnse benaming voor lenzen ‘lens’ genoemd. De zo verkregen lenzen voldoen voor het gebruik van brillen, omdat men dan enkel het centrale gedeelte nodig heeft, maar zijn totaal ongeschikt voor

verrekijkers: daar moet de volledige lens voor de beeldvorming zorgen. Door een niet gecontroleerde kromming krijgt men geen scherp brandpunt en dus ook een erg wazig beeld. Geen wonder dat het twee eeuwen heeft geduurd eer men uit het dagelijkse gebruik van lenzen voor brillen ten slotte een verrekijker kan produceren!

Een 'instrument om verre te sien'

Wij zijn 17 augustus 1585. Op kasteel Singelberg in Beveren wordt, na veertien maanden hevige verzet, uiteindelijk de overgave van de stad Antwerpen aan Alexander Farnese door alle partijen ondertekend. De overeenkomst bepaalt dat binnen een periode van vier jaar alle inwoners ofwel zich tot het katholicisme moeten bekeerd hebben ofwel de stad moeten verlaten hebben. Een massale uittocht volgt: van meer dan 100.000 inwoners tot amper 40.000. Onder hen veel kunstenaars, intellectuelen, groothandelaars en bekwame vaklui. Er vormen zich Antwerpse gemeenschappen in onder andere Keulen, Emden, Amsterdam, Leiden en Middelburg. Middelburg groeit daardoor van 6.000 tot 18.000 inwoners.

Eén van hen is Govaert Haeghe. Het lukt deze man om van het stadsbestuur van Middelburg het alleenrecht te verkrijgen om glas te maken. Zijn glasblazerij, de eerste van de noordelijke Nederlanden, levert uitstekende kwaliteit en werkt *à la façon de Venise*, met een techniek afgekeken van de werkplaatsen van Murano. Zijn producten worden gretig afgenomen door de lokale glasslijpers, onder wie Hans Lipperhey. Glasslijpen is een populair beroep geworden in de zestiende eeuw. Door de explosieve groei van de drukkerijen en het resulterende drukwerk van niet alleen geleerde boeken, maar ook missalen, almanakken, prognosticaties, schoolboekjes, wettelijke

geboden die op de straathoeken worden uitgehangen enz., vindt er een intensieve alfabetisering onder onze bevolking plaats. Als gevolg hiervan stijgt de vraag naar brillen — jawel — zienderogen. Brillen worden al vanaf de veertiende eeuw gebruikt, hoofdzakelijk door oudere intellectuelen, maar worden nu een populair gebruiksvoorwerp. Glasslijpers vervaardigen lenzen aan de lopende band en in hun winkels proberen de klanten dan de volledige voorraad uit, tot ze de best passende bril (*conspicilla*) gevonden hebben, zoals te merken is op een prent van Stadanus in diens uitgave van *Nova Reperta* van 1580 (fig. 1, de illustratie bij de titel van dit artikel). Er zijn zelfs rondtrekkende markt-kramers, die met hun brillen van deur tot deur leuren.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat sommige lenzenslijpers beginnen experimenteren met hun lenzen. Zo ontdekt in 1608 Hans Lipperhey (fig. 2), mede dankzij het hoge-kwaliteitsglas van Govaert Haeghe, dat als hij een bolle en een holle lens op een afstand van elkaar houdt, er een beeld ontstaat dat groter is dan het oorspronkelijke object en dat, als men

Figuur 2: Hans Lipperhey





Figuren 3 en 4: aartshertog Albrecht en het kasteel van Mariemont, Jan Brueghel, 1610

beide lenzen monteert in een buis, men een 'instrument om verre te sien' heeft. Hoogstwaarschijnlijk, en misschien toevallig, is het gebruik van een diafragma hier ook doorslaggevend geweest. De slijpvorm van de lenzen was niet perfect en in een kijker speelt het volledig belichte deel van de lens een rol voor de scherpte van het verkregen beeld. De toenmalige lenzen gaven enkel in hun middelpunt een aanvaardbaar beeld en door de randen met een diafragma af te schermen werd het vergrote beeld scherper, maar wel donkerder. Omdat de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden een jonge zeevarende natie is, die bovendien in oorlog verkeert met Spanje, beseft hij het militaire belang van deze vinding: ze stelt hem in staat om als eerste een vijandelijk schip aan de horizon te zien vooraleer je zelf gezien wordt en dan kan jij dus beslissen of je aanvalt of rechtsomkeer maakt. Om maximaal financieel voordeel te halen uit zijn ontdekking, vraagt Hans Lipperhey patent aan in september 1608, alsook een onderhoud met Maurits van Nassau, de stadhouder en legeraanvoerder van de Republiek. Deze patentaanvraag is het oudste geschreven document ter wereld waarin een lenzenkijker vermeld wordt. Het patent wordt

echter geweigerd op grond van de eenvoud om het na te maken, iets wat ook al snel gebeurt, zowel door zijn buurman Sacharias Jansen als door een collega-lenzenslijper Jacob Metius in Alkmaar, die beiden beweren de uitvinders ervan te zijn. Op 25 september krijgt Hans van de Staten van Zeeland, waarvan Middelburg de hoofdstad was, een introductiebrief, waarmee hij zich kan presenteren aan de stadhouder en de Staten Generaal. Dit onderhoud met prins Maurits gaat tussen 2 en 6 oktober door en zal belangrijke gevolgen hebben. De demonstratie vindt plaats op het Binnenhof te Den Haag en is een succes. Vanop de Mauritsstoren van Den Haag kan men de klok op de toren van Delft lezen! Er wordt verondersteld dat de kijker 2 tot 3 maal vergrootte en dat de objectieflens een diameter van 3 tot 4 cm had. Hans krijgt 900 Carolusgulden, waarvoor hij drie binoculaire kijkers moet leveren aan prins Maurits, omdat men kijken door één oog wel wat bizar vond. Van deze rijkelijke beloning koopt hij een huis naast zijn woonst — allebei zijn spijtig genoeg in 1940 tijdens een bombardement verwoest. Hans moet ook beloven om zijn vinding niet aan anderen uit te leggen. In Den Haag hebben op dat moment de onderhandelingen plaats,

die zullen leiden tot het Twaalfjarig Bestand. Beide partijen, de Republiek zowel als Spanje, zijn na ongeveer vijftig jaar strijd de oorlog meer dan beu en zitten zonder financiële middelen. Tegelijkertijd zijn ze politiek en religieus zo elkaars tegengestelden, dat een vrede uitgesloten is. Zij zullen dan ook overeenkomen om een rustpauze van 12 jaar in te lassen om weer op krachten te komen en daarna de strijd verder te zetten. Ambrogio Spinola, veldheer van de Spaanse troepen, is ook aanwezig op de demonstratie en merkt op: *“Nu dat de Nederlanders mij van verre kunnen zien, voel ik me niet meer veilig op het slagveld”*, waarop Maurits repliceert: *“Ik zal mijn mensen vragen om niet op U te schieten”*. Twee dagen daarna rijdt Spinola spoorslags naar Brussel om verslag uit te brengen van de onderhandelingen én van de kijker, aan aartshertog Albrecht, de opperbevelhebber. Onmiddellijk laat Albrecht door de zilversmid Robert Staes twee kijkers maken. Hij is zo verrukt over dit nieuwe instrument,

dat hij zich in 1610 al laat portretteren door Jan Brueghel, terwijl hij vanop een verre heuvel naar zijn kasteel te Mariemont kijkt (fig. 3 en 4). Dit is dan ook één van de oudste afbeeldingen van de telescoop in de kunst. Hij is zo trots op zijn telescoop dat hij hem ook demonstratief als koninginnenstuk van zijn wetenschappelijke instrumenten laat figureren wanneer Brueghel en Rubens in 1617 zijn rijkdom etaleren in de *Allegorie van het gezicht* (fig. 5).

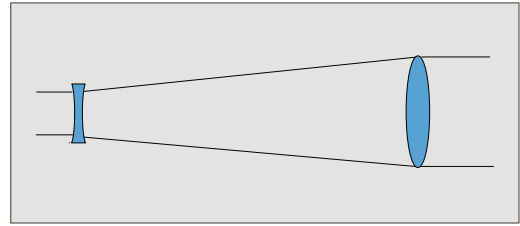
Omdat buiten de twee partijen zoveel andere landen belangen hebben in het conflict, zijn er ook vele afgevaardigden en ambassadeurs van andere Europese mogendheden aanwezig tijdens de besprekingen. En laat nu toch juist het ‘instrument om verre te sien’ het gespreksonderwerp van de dag zijn in Den Haag! Begrijpelijk dat het nieuws van deze vinding door de diplomatieke post in de eerstvolgende dagen aan zowat alle hoven van Europa bekend wordt — de race naar de perfectionering van het instrument barst nu los over heel Europa.

Figuur 4: Allegorie van het gezicht, Jan Brueghel en P.P. Rubens, 1617

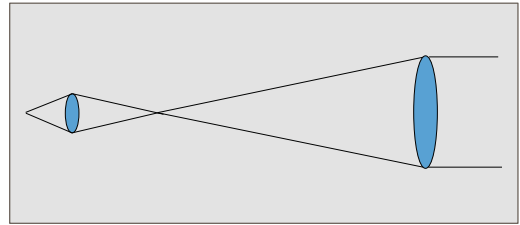


De 'occhiale' van Galilei

Eén van deze diplomaten is Paolo Sarpi, priester, Italiaans geleerde, vertrouweling van de doge en officiële theoloog van de republiek Venetië. Juist zoals de Republiek der Nederlanden, is Venetië een zeevarende natie, en dus uiteraard sterk geïnteresseerd in dit nieuwe instrument. De universiteit van de Republiek Venetië bevond zich in Padua, dat toen tot het grondgebied van Venetië behoorde. De leerstoel mathematica wordt op dat moment ingenomen door de 45-jarige Pisaan, Galileo Galilei, die zich onder andere bezighoudt met de studie van beweging en als wiskundige reeds internationale faam heeft verworven. Om zijn inkomen wat te verhogen, maakt hij instrumenten en leert hij de studenten medicijnen hoe ze horoscopen moeten trekken voor hun diagnoses. Galileo, steeds op zoek naar invloedrijke personen, is regelmatig te vinden aan het hof van Venetië en geraakt op die manier bevriend met Sarpi. Het is dan ook niet verwonderlijk dat Sarpi in 1609 zijn vriend Galileo van de Hollandse kijker op de hoogte stelt. Galileo heeft onmiddellijk door dat het geheim in het diafragma zit en begint nu al zijn beschikbare lenzen uit te proberen met verschillende diafragma's, zelfs ovale. (fig. 6) De theorie van de optica van lenzen is dan nog niet bekend: daarvoor zal het wachten zijn op de *Dioptrice* van Kepler in 1611 (fig. 7), de *Opticorum libri sex* in 1613 van François d'Aguilon, een Antwerpse Jezüiet, waarvan het titelblad en de illustraties van de hand van Rubens zijn, en ten slotte in 1704 de *Opticks* van Newton, die een volledige natuurkundige beschrijving geeft. Galileo komt er, doordat hij een knap experimentator is, proefondervindelijk achter welke de beste slijpvorm is om een scherp beeld te bekomen en rond eind augustus heeft hij een 'occhiale', die al negenmaal vergroot.



Figuur 6: optisch diagram van de Galileïsche telescoop



Figuur 7: optisch diagram van de Kepleriaanse telescoop

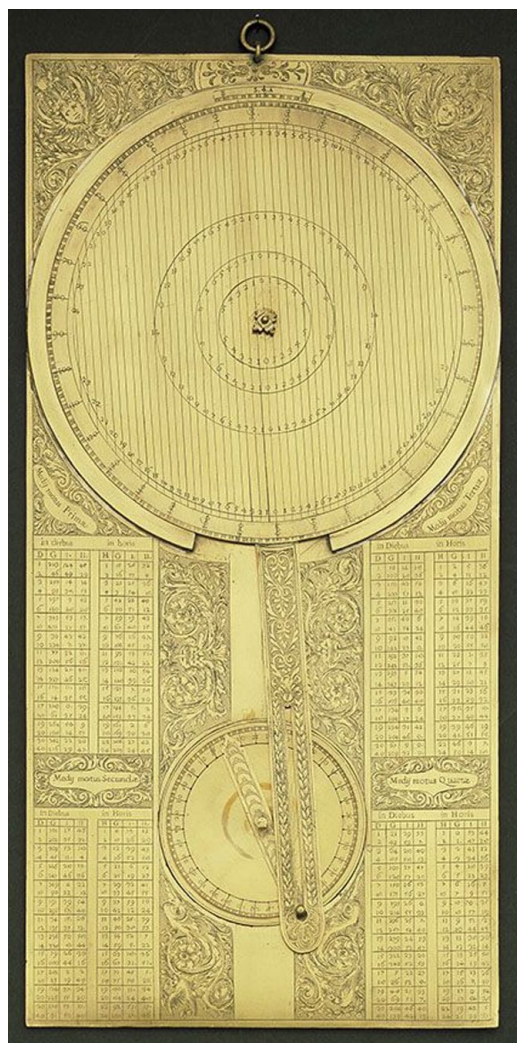
Dankzij Sarpi lukt het hem om voor de vollige Venetiaanse senaat een demonstratie te geven en vanaf een hoge toren ziet men een schip al twee uur voor het met het blote oog zichtbaar wordt. Hij schrijft op 24 augustus een brief aan doge Leonardo Donà waarin hij voorstelt om zijn 'occhiale' gratis aan te bieden aan de Venetiaanse Republiek, in ruil voor de verdubbeling van zijn salaris als professor en een levenslange aanstelling aan de universiteit van Padua. De toestemming volgt tezamen met een order voor negen instrumenten. In oktober gaat hij naar Firenze en laat de jonge groothertog, Cosimo de Medici, die hij vroeger nog wiskundeles gegeven heeft, naar de oneffenheden op de maan kijken.

De 'occhiale' wordt telescoop

Ondertussen heeft Galileo zijn 'occhiale' al opgevoerd, eerst tot een vergroting van 20 maal en wat later tot zelfs 30 maal. Hij begint aan zijn maanstudies, tot hij op 7 januari 1610 de 'sterretjes' van Jupiter in het vizier krijgt. Hij meet nauwkeurig hun verloop en maakt er zelfs een schitterend astrolabium voor (fig. 8).

Hij beseft dat dit dé grote doorbraak is, want anderen hebben ook al door een lens kraters op de maan of meer sterren gezien of de maan-gloed naast het belichte deel geobserveerd. Het ontdekken voor het eerst in de geschiedenis van vier extra 'dwaalsterren' naast de klassieke planeten en de maan, dat is pas revolutionair! Zijn rapport hierover, de *Siderius Nuntius*, is een briljant staaltje van nauwkeurige observatie en natuurkundige interpretatie.

Figuur 8: astrolabium van Galileo voor de positie van de vier Jupitermanen



Goed wetende dat de Republiek Venetië en het groothertogdom Toscane bittere concurrenten van elkaar zijn, waagt hij een gok: hij zal ze 'Medicea Syderia' noemen naar de Toscaanse groothertog, de Medici, en tegelijkertijd vragen om een ruime financiële vergoeding en een aanstelling als professor zonder lesverplichting aan de Toscaanse universiteit van Pisa, met de titel van 'Groothertogelijk Filosoof en Mathematicus' en zijn afbeelding en naam op een gouden penning, tezamen met de vier 'sterren'. Cosimo, voor wie hij, bij diens geboorte een horoscoop had getrokken en door de positie van Jupiter al een stralende toekomst had voorspeld en die hem nog als leraar had gekend, stemt toe. In september 1610 verlaat hij voorgoed Padua, laat zijn jarenlange maîtresse Marina Gamba in Venetië achter, steekt zijn beide minderjarige buitenechtelijke dochters in een streng Armeclarenklooster en begint aan een carrière als hoveling in Firenze. Onnodig te zeggen dat heel zijn Venetiaanse kennissenkring, die hem steunde en hielp, dit als puur verraad en woordbreuk beschouwt, waardoor hij voorgoed de steun van de Serenissima verliest. Een gelijksoortige situatie zal zich later nog voordoen met de astronomen van de toonaangevende Jezuitenorde en zelfs met zijn vroegere bewonderaar, Maffeo Barberini, die paus Urbanus VIII geworden is en in zijn jonge jaren nog een lofdicht op Galileo geschreven heeft. Met dit laatste conflict heeft hij echter zijn hand overspeeld, met het bekende gevolg. In Firenze wordt Galileo nog lid van de pas opgerichte, prestigieuze Accademia dei Lincei, die vandaag nog bestaat. Tijdens een banket van die Accademia in 1611 stelt de Griekse mathematicus Giovanni Demisiani voor om de 'occhiale' om te dopen tot 'telescoop', de uit het Grieks afgeleide vertaling van verrekijker. ■

Ik wil de grootste hebben!



GranTeCan. Foto: Werner Hamelinck

Werner Hamelinck

De vraag, welke nu eigenlijk de grootste telescoop ter wereld is, is niet zo eenduidig te beantwoorden. Er zijn momenteel vijf optische telescopen waarvan beweerd wordt dat ze de grootste zijn. Hoe kan dat? Het antwoord lijkt toch eenvoudig: je bent groter of kleiner dan de andere... niet? Maar in de wetenschap is niets simpel, en dat geldt ook voor telescopen!

EUROPA GAAT ER GRAAG prat op met de VLT de grootste telescoop te hebben. De naam zegt al genoeg. *Very Large Telescope*. En dat het hier inderdaad om een zeer grote telescoop gaat, staat vast, hij heeft immers een opening van 16 meter! Maar is hij wel één telescoop? In werkelijkheid bestaat hij uit vier compleet afzonderlijke telescopen van 8,2 meter diameter, die opgesteld zijn in

volledig aparte gebouwen en ook het grootste deel van de tijd zelfstandig voor onderling verschillende observaties dienen. Slechts als men ze met elkaar verbindt, krijgt men het effect van één telescoop van zestien meter. Zulk een opstelling werkt interferometrisch, is zeer ingewikkeld en gebeurt hypernauwkeurig, met een fijnheid tot op het niveau van de golflengte van het licht. In de radioastronomie zijn interferometrische opstellingen heel gebruikelijk: een hele reeks kleine schotelantennes bundelen hun signalen samen, wat leidt tot een enorme versterking en een fenomenale toename in resolutie. Bekende voorbeelden zijn de VLA (*Very Large Array telescope*) in New Mexico, de ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*) in Chili en de *Event Horizon Telescope*,



In 2004 was het bezoek aan de VLT een van de hoogtepunten van een astoreis naar Chili. In het nov–dec 2020-nummer van *De Sterrenwachter* lees je er meer over. Foto: Ronnie Wuyts.

waarmee de beruchte foto van het zwarte gat gemaakt werd. Maar wat de VLT betreft, blijven het toch vier afzonderlijke telescopen, en ken ik hen een eervolle vierde plaats toe.

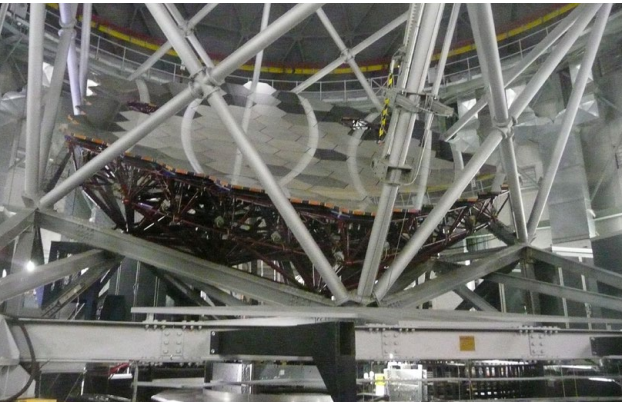
Van de Amerikanen weten we dat zij een zwak hebben voor het grootste van zowat alles. Op de top van de Mauna Kea, de hoogste berg van Hawaii, bouwden ze de *Keck-telescopen*. Dit zijn twee telescopen met spiegels van 10 meter diameter, opgesteld in aparte gebouwen. Doordat ze op een behoorlijke afstand van elkaar staan en ook met interferentie kunnen werken, krijgen ze een resolutie van 85 meter, wat een geweldige winst is. Hoewel de VLT dit nog ver overtreft, hebben we bij de Keck-telescopen strikt genomen te maken met een groter instrument. Ik geef het een derde plaats, en dus brons.

Ooit had Europa ook plannen voor het bouwen van een 10 meter-telescoop op het Canarische Eiland La Palma, om op die manier volwaardig te kunnen meespelen op het noordelijk halfrond. Omdat ze ondertussen een nog groter project hadden opgestart in Chili, dat het hele budget opsloopte, moesten de plannen voor La Palma wijken. Spanje besliste echter op eigen houtje verder te doen en bouwde de GranTeCan, de *Gran Telescopio Canarias* (GTC), een 10,40 meter-telescoop. Deze is nu met stip de grootste telescoop in Europa, maar helaas nog niet de grootste ter wereld. Ik geef hem de tweede plaats, en dus zilver.

We bezochten het Mauna Kea observatorium en de Keck-telescopen tijdens de jubileumreis naar Hawaii ter gelegenheid van 10 jaar Astroreizen in 2007. Foto's: Keck Observatory (bovenaan) en groepsfoto door Ronnie Wuyts.

De Canarische Eilanden zijn al sinds de start in 1996 een geliefkoosde bestemming voor Urania's Astroreizen! Deze foto dateert van 2005, toen GranTeCan nog in de steigers stond. First Light was in 2007, en de echte waarnemingen begonnen in 2009. Foto: Karel Van den Troost.





In 2008 maakten we een astronomische rondreis door Zuid-Afrika. Daarbij stond ook een bezoek aan SALT op het programma. Foto: Werner Hamelinck.

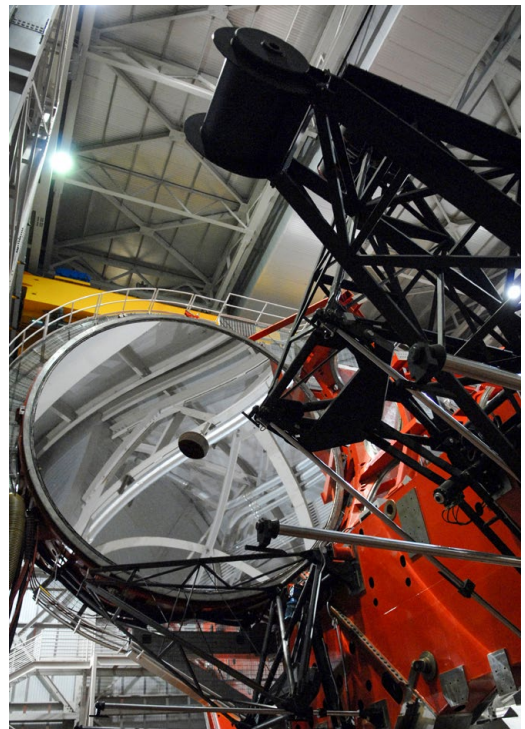
Waar staat er dan nog een grotere? Daarvoor moeten we naar Afrika! Op het 1798 meter hoge Karoo-plateau in Zuid-Afrika treffen we de 11 meter-SALT aan, de *South African Large Telescope*. Hoewel we nu groter hebben gevonden, moeten we de SALT-telescoop toch met een korrel salt... euh... zout nemen: de effectiviteit van een telescoop hangt immers niet alleen af van zijn diameter maar ook van de kwaliteit van zijn optiek. En daar werd erg op bespaard: de 11 meter-spiegel bestaat uit 91 afzonderlijke, goedkope, zeshoekige glazen, wat de beeldkwaliteit van de telescoop benedenmaats maakt. Deze telescoop werd dan ook niet gebouwd om mooie kiekjes te maken, maar om spectrografische waarnemingen te verrichten. Daardoor echter valt hij ook buiten onze wedstrijdcategory. Met een beetje goodwill wil ik hem een vijfde plaats geven, en zelfs dat blijft bediscussieerbaar.

Maar voor wie is het goud? Waar staat dan het grootste instrument? Dat vinden we terug, een beetje vergeten lijkt het wel, hoog op de Mount Graham in Arizona. Op deze bergtop prijken verscheidene bijzondere telescopen, onder meer de telescoop van het Vaticaan waarop voor het eerst adaptieve optica

werd toegepast. Maar onze aandacht gaat uit naar twee 8 meter-spiegels die nu, in tegenstelling tot de VLT, niet als afzonderlijke telescopen werden opgesteld, maar in één constructie. Samen vormen ze een instrument van 11,8 meter diameter en winnen ze daarmee ineens tweemaal de hoofdprijs: die van de grootste telescoop en die van de grootste verrekijker. Hij heet dan ook niet voor niets de *Large Binocular Telescope*.

Maar ook de LBT zal niet lang meer kunnen genieten van zijn roem! Over enkele jaren is de (E)ELT klaar, de (*European*) *Extremely Large Telescope* met een diameter van 40 meter. De discussie over wie de grootste heeft, is dan zeker voor lange tijd van de baan... ■

De Amerikaanse staten Arizona en New Mexico zijn ware walhalla's voor sterrenliefhebbers. In 2008 maakten we een rondreis langsheen een aantal van de beroemde observatoria die er gelegen zijn, waaronder het Mount Graham International Observatory, met o.a. de LBT. Foto: Ronnie Wuyts.



GROTER EN BETER...

In de 19de en een belangrijk deel van de 20ste eeuw kwam het er in de astronomie op aan om een zo groot mogelijke opening van de telescoop te realiseren. Dit bleef steeds beperkt tot de technische mogelijkheden van het moment. Bij lenzen met een diameter van meer dan één meter nam de optische kwaliteit zodanig af, dat het geen zin meer had nog grotere lenzen te slijpen. Bij spiegels leken de mogelijkheden nog een pak beter, maar eens boven de 8 meter kwamen hier ook ernstige problemen van vervorming. Bovendien moest men de telescoop met een verbluffende precisie kunnen richten en manoevreren. Maar toen kwam de techniek met verschillende oplossingen.

interferometrie

Hierbij wordt het licht van meerdere telescopen gebundeld, waardoor hetzelfde effect bereikt wordt als van één telescoop met veel grotere opening, die in de praktijk niet te bouwen zou zijn of ontzettend veel duurder zou uitkomen. Bovendien geeft deze methode nog een meerwaarde voor wat oplossend vermogen of resolutie betreft — noem het in mensentaal 'scherper kijken'. Daartoe plaatst men een extra, kleinere telescoop op grote afstand. Zo kunnen de VLT-telescopen nog gebruikmaken van vier verplaatsbare 1,2 meter-telescopen om zo de basislijn te vergroten tot maar liefst 200 meter. Dat geeft een verbetering van 25 maal ten opzichte van de basistelescoop.

actieve optica

Ook bij spiegeltelescopen ontstond een probleem zodra je die groter maakte: het werden niet alleen enorm zware constructies, maar de spiegels bogen ook door onder invloed van hun eigen gewicht en vervormden zo het beeld. Actuatoren onder de nu veel dunnere spiegels houden computergestuurd de ideale vorm van de spiegel bij en corrigeren die continu door het uitoefenen van zachte druk, ook terwijl de telescoop beweegt.

adaptieve optica

Met deze techniek compenseert men de luchtonrust, *seeing* genoemd door de sterrenkundige, door bliksemsnelle variaties in een vervormbare spiegel, zodat deze steeds exact gefocust blijft op het object en geen hinder heeft van variërende dichtheidsverschillen in de atmosfeer. Op die manier krijg je bij telescopen op aarde hetzelfde voordeel als dat van een ruimtetelescoop. Maar dan veel goedkoper, en vooral gemakkelijker bereikbaar voor herstellingen.

Achtergrond: de vier laserstralen die deel uitmaken van het adaptive optica-systeem van Unit Telescope 4 van de VLT (Sanegku Kim/ESO)

Rechts: Neptunus met en zonder de adaptieve optica van de VLT (ESO/P. Weilbacher)



De telescopen in de toren

 Chris Baetens

De beginjaren van de Kuttertelescoop

1969... De eerste mens op de maan... Dat was de aanzet voor een groepje om de koppen bij elkaar te steken en de 'gewone' mens kennis te laten maken met de ruimte. En ja hoor, zo geschiedde: onder impuls van E.H. Van Gaal en Jos Van Limbergen groeide het ambitieuze plan om in Hove een sterrenwacht neer te poten. Na heel wat planning, vergaderingen, bouwheren contacteren, gemeentebesturen aanschrijven en last but not least contacten leggen met Anton Kutter, was het zover: de observatietoren in Hove zou er komen met een Schiefspiegler-telescoop.

Anton Kutter was niet de eerste de beste. Hij herwerkte het bestaande concept van de Neo-Brachyt-telescoop en maakte er een compleet

andere kijker van. Na heel wat manueel rekenwerk zou dat uiteindelijk 'zijn' Kuttertelescoop worden. Wat Anton Kutter deed, is fenomenaal: in een tijdperk waar computers nog niet beschikbaar waren, berekende hij een nieuwe telescoop! Al geruime tijd vóór zijn telescoop ook in Hove geïnstalleerd zou worden, had hij al ruimschoots geëxperimenteerd om van 'zijn' kijkertype een succesvol optisch meesterwerk te maken: de Schiefspiegler. Binnen Urania kende iedereen deze telescoop al snel als 'de Kutter'.

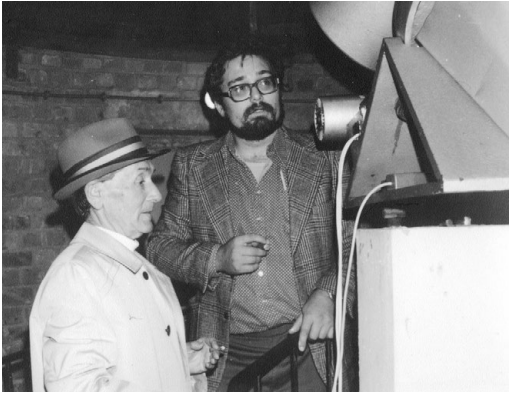
Verhalen uit de toren...

Uiteindelijk deed de Kuttertelescoop in onze sterrenwacht jaren dienst en hebben heel wat amateurs uren waargenomen met deze kijker.



De Kuttertelescoop en de toren met de oude, houten koepel





Directeur Egon Wojciulewitsch (r) en Anton Kutter (1972)

Onder impuls van Egon Wojciulewitsch ontstonden een aantal werkgroepen zoals Astrofotografie en Sterbedekkingen.

Er werden door de Kutter voornamelijk foto's gemaakt van maan en planeten, want dat was hetgeen waarvoor deze kijker bedoeld was en waarin hij ook heel sterk was. De enorme brandpuntsafstand van 5 meter liet zich heel goed lenen tot dit soort werk. Massa's foto's werden met behulp van de Kutter genomen door Edwin Goffin, Paul De Backer en Daniel Dielen. En niet te vergeten dat er toen nog uren werk in de donkere kamer van de sterrenwacht bij kwam. Een andere groep die ijverig bezig was met de Kutter is de werkgroep Bedekkingen, onder leiding van Jef Van Camp. Honderden bedekkingen werden gemeten door de Kutter. Deze metingen waren toen zeer belangrijk omdat het USNO (United States Naval Observatory), de organisatie die in die periode de sterbedekkingen door de maan berekende en de resultaten verzamelde, er allerlei informatie uit kon putten. Zelf heb ik door de Kutter ooit een bedekking willen waarnemen van een ster door een planetoïde, maar ik stond buiten de voorspelde zone en zag dus geen effectieve bedekking. Die voorspellingen voor planetoïden werden en worden trouwens berekend door Uranialid Edwin Goffin.

Reeds in 1972 krijgt de Kutter een complete revisie. Jef Van Camp vertelt er wat over in het verhaal van Urania's eerste tien jaar, te bekijken op het YouTube-kanaal van Urania: <https://youtu.be/aj5KQ1a1du8>.

En dan, op een dag, begin jaren '80, kwam Marc Gyssens me vertellen dat er een ongelukje gebeurd was met de Kutter. Wim Van Hest (toenmalig directeur van Urania) en ikzelf waren toen verantwoordelijk voor het onderhoud van de telescoop. Een onbevoegde had een instrument aan de zijkant van de telescoop gemonteerd, waardoor die volledig uit balans was. In die periode was er nog geen motorische aandrijving voor de declinatie-as: als je een object aan de hemel zocht, moest je manueel twee grote knoppen losdraaien. De rechte-klimmingsas bleef op de slipkoppeling hangen, niet echt een probleem dus, maar de declinatie was een ander verhaal. Eens de declinatieknop losstond, had je de telescoop volledig vrij in handen, er was dus geen rem, veiligheid of wat dan ook om hem te behoeden voor wegkantelen.

En het onverwachte gebeurde: de telescoop raakte uit balans en de secundaire buis knalde met grote snelheid tegen de onderkant van de montering aan! Resultaat: de wig, het verbindingsstuk tussen primaire en secundaire buis, werd door die enorme kracht uit elkaar gescheurd. Wim en ik hebben dan de telescoop volledig uit elkaar moeten halen om deze wig te kunnen herstellen...

In de periode daarna kregen andere activiteiten binnen Urania voor mij prioriteit en het onderhoud van de telescoop werd overgenomen door Karel Van den Troost.



In 1995 werd de houten koepel vervangen door de nieuwe koepel die we nu kennen

Tijd voor vernieuwing

Een belangrijke aanpassing gebeurde in 1995 toen de oude, ‘krakende’ koepel vervangen werd door een nieuw exemplaar in aluminium. De oude koepel was echt aan vervanging toe: beide luiken van die houten koepel maakten 's nachts zoveel lawaai dat er af en toe een opmerking kwam van de burens die in het midden van de nacht gewekt werden door het geluid van de versleten deuren.

De Kutter gaat op rust

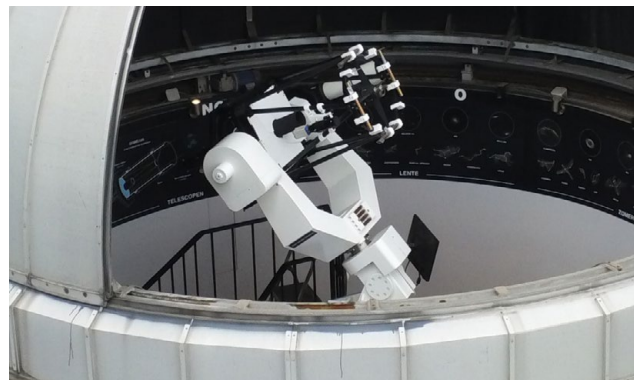
In 2004 werd beslist om een nieuwe telescoop te installeren. Hiervoor kon een beroep gedaan worden op subsidies van de Nationale Loterij en uiteindelijk viel de keuze op een 400 mm-Cassegrain-systeem.

Spijtig genoeg is er, buiten de foto's van de installatie, niet veel info over de vroege geschiedenis van deze nieuwe telescoop, en dat heeft alles te maken met het vroegtijdige overlijden van onze medewerker Karel Van den Troost. Hij was al die jaren verantwoordelijk voor de nieuwe telescoop en heeft heel wat werk verzet

binnen Urania: alles wat in verband stond met de Gobelijn, zoals de kijker genoemd wordt, passeerde langs Karel. Samen met de nieuwe Cassegrain werd ook een kleinere telescoop, de Takahashi, aangekocht en bevestigd naast de Gobelijn om de zon waar te nemen.

Een nazicht mondt uit in een grote renovatie!

Een grote sprong naar januari 2020. Toen werd me gevraagd om een kijkje te nemen boven in de toren: er bleek al een hele poos iets mis te gaan met de balans van de telescoop. Dat was het begin van een lange reeks werkzaamheden aan en rond de Gobelijn waarbij ook heel wat andere problemen blootgelegd werden. Zo zijn we begonnen aan een groot onderhoud, met herstellingen en vernieuwingen waar nodig. En toen... kwam Corona! Uit voorzorg en voor ieders veiligheid heb ik dan beslist om die gigantische klus zoveel mogelijk alleen aan te pakken.



De 40 cm Gobelijn-telescoop en Karel Van den Troost (rechts)

Er waren natuurlijk altijd helpende handen nodig om bij — letterlijk — zware manipulaties ondersteuning te geven. En deze handen kwamen voornamelijk van Fred Kroes, Michel Leblanc en Jona Gladines.

De oplossing van het balansprobleem van de Gobelijn was niet echt makkelijk te vinden. Tot we op het idee kwamen om het probleem te verleggen naar de vork van de telescoop. En ja hoor, de vork was niet in balans en zorgde ervoor dat de telescoop in zijn geheel dat ook nooit was. Dat probleem werd nog duidelijker toen de Gobelijn tijdens de onderhoudswerken uit zijn vork gelicht werd. Blijkbaar heeft de constructeur van de telescoop nooit de moeite genomen om de vork op zich te balanceren.

Een volgende verbetering: het loodzware deksel van de telescoop werd vervangen door een lichte versie, met twee kleppen die aan de zijkant van de buis komen te hangen en manueel worden geopend en gesloten. Beide kleppen blijven permanent aan de buis vastzitten en zorgen er op die manier voor dat er geen onbalans ontstaat als de kleppen open of gesloten zijn. Dat nieuwe deksel moest heel licht zijn (was het ook), maar werd inmiddels (zie verder) alweer vervangen door een elektronisch gestuurde versie.

Tijdens het vele manipuleren van de Gobelijn werd een vreemd geluid waargenomen, vooral als er manueel snel aan de rechte klimming gedraaid werd. Op de vraag naar vorige onderhoudsbeurten aan de montering, kreeg ik van Marc Van den Broeck ontkennende antwoorden. Gedurende de voorbije 20 jaar is er nooit een pot vet nog maar in de buurt geweest van de grote lageringen van Gobelijns montering... Blijkbaar heeft niemand eraan gedacht dat zelfs bij trage omwentelingen, zoals bij een telescoop het geval is, het vet op geregelde tijdstippen moet aangevuld of zelfs

vervangen worden. Na jaren gebruik gaat vet verzuren en verharden en heeft dit uiteindelijk geen functie meer. Daardoor staan de lageringen droog en gaan ze stuk.

Tijdens het installeren van het nieuwe deksel en het controleren van de lageringen van de montering viel het me op dat er heel regelmatig water binnen sijpelde doorheen spleten van de koepel. Geen ideale situatie, zeker niet met zo'n gevoelige apparatuur 'aan boord'!

Het begint stilaan 'door te sijpelen' dat er veel werk te verrichten is boven op de toren.

Er wordt beslist om alles van de zuil weg te halen, zowel de Gobelijn-telescoop als de montering, om plaats te maken voor een stelling waardoor makkelijker aan de lekkende koepel gewerkt kan worden. Na enkele dagen is alles verwijderd van de zuil en is er plaats voor een gigantische stelling die ons in staat stelt om 2,5 meter boven de vloer te werken. We halen Fred erbij en met de woorden "*da's gene koepel, da's nen trizee*" besluit hij mee de handen uit de mouwen te steken om de koepel te dichten. Er worden aan de sluitkanten

Links: Fred Kroes aan het werk
Rechts: de lege telescoopzuil

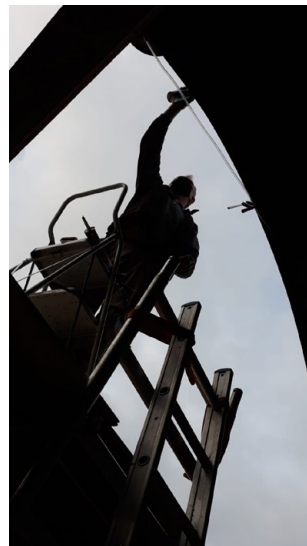
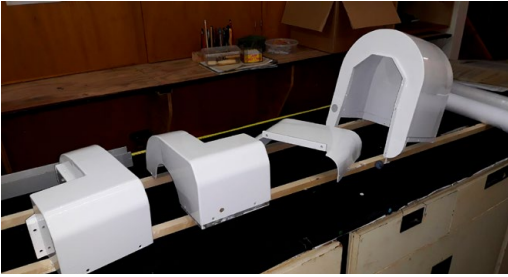




Foto 1 en 2: telescooponderdelen krijgen een likje verf. Foto 3 en 4: en de lageringen krijgen na een spoelbeurt nieuw vet.

Onderaan links: de nieuwe rubberdichtingen van de koepel.

Onderaan rechts: de vier messingstangen die dienen om de vork terug in balans te krijgen (bijna 5 kg) en, bovenaan op de foto, het nieuwe kleppensysteem om de hoofdspiegel af te dekken.



nieuwe rubbers geïnstalleerd en op de lek-kende naden van de segmenten komen zelf-klevende strips om die ook te dichtten.

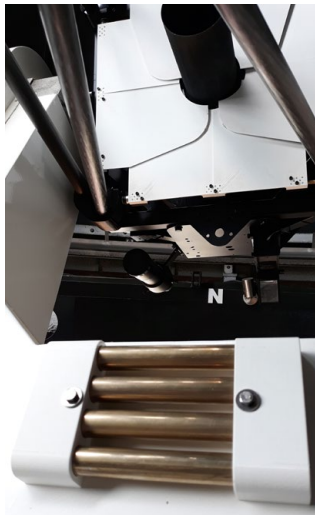
Tijdens 'goed-weer-dagen' wordt er aan de koepel gewerkt en bij slecht weer neem ik zowel telescoop als montering onder handen. Tot de laatste schroef gaat alles uit elkaar en krijgen zowel de Gobelijn als de montering een likje verf. Alle lageringen worden uit de montering geperst, krijgen een badje met spoelmiddel en een nieuwe portie vet. Zo ook de twee sets worm/wormwielen van de aandrijving, die er trouwens heel erg aan toe zijn. Even wordt overwogen om die worm en wormwielen te vervangen, maar we besluiten het niet te doen en af te wachten of alles nog perfect werkt in de huidige staat.



En na weken werk kunnen we alles terug in elkaar zetten. Er wordt beslist om de buis van de telescoop niet meer opnieuw te installeren, aangezien ze flink gedeukt is en niet mooi meer oogt. Weer zijn extra aanpassingen nodig, want zonder buis komt de balans weer in problemen. Er zijn dus extra gewichten nodig om het gewicht van de buis te compenseren.

Er komt ook een klein kijkertje bij, dat in de toekomst dienst kan doen tijdens live-streams, zoals bv. een maans- of zonsverduistering. Zo kunnen er tijdens dit soort evenementen beelden naar de huiskamers gestuurd worden.

Vermits de telescoop een stuk korter geworden is door het verwijderen van de buis, kan het vorige deksel niet meer gebruikt worden. Er wordt een nieuw kleppensysteem



aangebracht, ditmaal eentje met vier kleppen en heel dicht tegen de hoofdspiegel aan. En als toemaatje wordt het elektronisch bediend. Een druk op de knop aan de oculairzijde van de Gobelijn en het kleppensysteem gaat snel en geluidloos open en weer dicht!

Zonder alle helpende handen was het niet mogelijk geweest dit gigantische werk tot een goed einde te brengen. Ik kreeg regelmatig

hulp van Fred, Michel en Jona. Met Jona had ik bijna dagelijks telefonisch, WhatsApp- of Skype-contact over de activiteiten die stonden te gebeuren. Alle lof voor Jona: het brein achter het elektronische deel van de Gobelijn 2.0.

Wie zich geroepen voelt om in de toekomst mee de handen uit de mouwen te steken bij het onderhoud van de kijkers en de toren is steeds welkom! ■

En het is nog niet afgelopen...

Onze Gobelijn is nu opnieuw operationeel! Er wachten echter nog een reeks aanpassingen aan en rond de telescoop. Een overzicht:

- een encodersysteem om het volgen van objecten met de telescoop praktischer te laten verlopen. Alle onderdelen liggen klaar en zullen binnenkort gemonteerd worden;
- een grotere onderneming is het vervangen van alle lageringen die de koepel ondersteunen; die zien er niet te best uit. Daarvoor moet de koepel opgelicht worden;
- er is een opvangbak voorzien, die zal geïnstalleerd worden in de nok van de koepel als extra bescherming om binnensijpelend water op te vangen tijdens stormweer. Ook aan de buitenzijde komt een extra bescherming boven op de top van de koepel;
- aan de buitenzijde van de koepel wordt op alle naden een extra aluminiumstrip voorzien om water permanent buiten te houden. Het dichten aan de binnenkant van de koepel met zelfklevende strips, dat al eerder gebeurde, is slechts een tijdelijke oplossing;
- boven de Gobelijn komt een scherm te hangen om stof en vocht van de telescoop en montering weg te houden. Een gelijksoortig scherm was er ook al heel lang geleden ten tijde van de Kuttertelescoop — de leden van het eerste uur zullen dat nog wel kennen. Deze keer zal het elektrisch bediend worden;
- de muur zal een nieuw 'koerske' verf krijgen en de vloer krijgt een nieuwe vernislaag;
- de buitenmuur van het bovenste deel van de toren moet ook onder handen genomen worden. Er is namelijk heel wat voegsel tussen de bakstenen verdwenen;
- elk jaar rond juni zal een grondige onderhoudsbeurt voorzien worden. De eerste was al in juni 2021!

Lageringen van de koepel in erbarmelijke toestand... ...en niet alleen de lageringen.



Een greep uit het leven van een kijkerbouwer

 Jan Walschap

JE KAN EEN TELESCOOP kopen, kant en klaar, best leuk... Je kan gegevens opzoeken, nakijken, telescopen testen, raad vragen, maar soms blijft er zo'n onbestemde honger achter... What if...? En dan kom je bij het *next level* uit: zelf een telescoop maken! Zeker niet omdat dit kan voor een prijsje van, laten we zeggen amper 200 euro, want er ligt best wel een pak werk voor de boeg. Je springt in 't diepe en weet eigenlijk nog niet zo goed waaraan je begint, tot je tijdens **les 1** van de cursus Kijkerbouw Hugo Riemis tegen het lijf loopt. Een schijnbare dinosaurus, die je naar een klein lokaaltje naast de Astrobar begeleidt en plots uit de kast komt met een blauwdruk op vel uit een beschermende rol... Blijkt dit een technische tekening te zijn, gemaakt met pennen zoals het hoort, iets wat de dag van vandaag gewoon met AutoCAD zou gebeuren. Een droombeeld krijgt een translatie naar een echt beeld, een beeld dat steeds meer reeel wordt naarmate Hugo uitleg geeft over de inhoud van de tekening. Gaandeweg begin je in je hoofd spontaan parameters en ideeën te laten matchen met de bedoeling daarmee iets telescoop-achtigs te kunnen maken. Hoe meer Hugo vertelt, des te meer vragen er in de plaats komen. En dan mag je naar huis met



Opdampen van de telescoopspiegel

een rugzak vol verwachtingen en bedenkingen, waarvan je hoopt dat ze gestalte krijgen tegen de volgende les. De verwachtingen van Hugo zelf lijken op dat moment hoog gespannen naar de nieuwe rekruten toe.

Les 2, een recap: nu worden we voor 't eerst naar het atelier geleid, achteraan de binnenplaats, 'wat' verscholen naast de majestueuze Gobelijn, het pronkstuk van de sterrenwacht. De spanning stijgt. Wat we daar vinden is een ouderwets, maar degelijk uitgerust atelier met werktafels, draaibanken, materiaalkasten en -koffers, vreemde toestellen en waarin een hoop werkstukken opgeborgen liggen van menig kijkerbouwer. Iedere doos, ieder stuk heeft een heel verhaal te vertellen, waarvoor deze bladzijden veel te kort zijn. De summiere uitleg over enkele items spreekt op zich al tot de verbeelding en wordt zo gebracht dat hij smaakt naar meer. Maar we moeten verder.

We worden in contact gebracht met de oude garde, die — zo blijkt later — zijn glorie van weleer uit de kelder in de Zoo van Antwerpen nog steeds alle eer aandoet! Bij elke stap verder die we zetten worden we dieper ondergedompeld in een gedrevenheid die ons lijkt te benevelen. We verlaten het atelier met een zweem van bezeten passie om verder te gaan in dit verhaal. We hebben al laten weten welke telescoop we gaan maken: een 150 mm F5, een andere eveneens 150 mm maar F10. We moeten zo snel mogelijk het materiaal bestellen om spoedig van wal te kunnen steken. Elke minuut lijkt te tellen, het kan niet snel genoeg gaan... Was de volgende les er maar al!

Les 3. Het is ons gelukt om de specifieke glazen platen met juiste dikte te pakken te krijgen, besteld in Duitsland. Ze zijn dan wel nog niet geleverd, maar toch doen we even een ‘re-cap’ en kijken of we een tool kunnen hergebruiken om de spiegels te slijpen. Vervolgens wordt de optica nog even toegelicht, om ons de nodige achtergrondkennis bij te brengen of op te frissen, zodat we goed weten waaraan we beginnen. De oude garde valt dan in met anekdotes, om een aantal aspecten waarop we moeten letten aan te spekken. Op die manier blijven een aantal belangrijke dingen, die we zeker niet mogen vergeten, beter hangen van zodra we van start gaan. Ook wordt ons op zeer stringente, belerende wijze gewezen op de gang van zaken binnen het Atelier! Drie gouden regels worden ons ingepompt door Leopold, een andere dinosauriër en een begrip op zich: (1) Alles op zijn plaats en een plaats voor alles; (2) je start je werkplaats proper, maar je laat ze ook zo weer achter; last but not least, (3) elke werkplek voor een specifieke handeling blijft gescheiden van de andere werkplek. Deze laatste regel heeft wat extra toelichting nodig: je gaat bijvoorbeeld niet slijpen waar je gaat polijsten,

je gaat geen stukken draaien of slijpen of zagen waar je optische delen behandelt en je gaat al deze plekken duidelijk gescheiden houden van elkaar. Nu zijn we gedruild en gaan tevree huiswaarts, stiekem hopend dat de glazen platen tegen de volgende maal al geleverd zullen zijn. Maar we hebben weer een nieuwe taak voor thuis: een eigen slijpbank maken! We hebben verschillende modellen gezien met hun voor- en nadelen, en dat moet volstaan. Overschotjes hout zoeken, watervaste vernis en wat tussenstukken — we zijn weer even zoet.

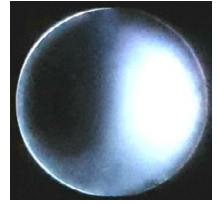
Les 4 en volgende. Nu worden de glazen platen geïnspecteerd, je krijgt je tool en koopt ter plaatse je slijppoeder, beetje bij beetje. Wow, euh... we zijn echt begonnen! Zwaar werk, zo blijkt, en zoals zovele dingen schijnbaar simpel, maar een handeling die toch wel enige inwerking en ervaring vereist. Gaandeweg passeren de leden van de Kijkerbouw dan opnieuw één voor één de revue, ieder met zijn visie, verhalen en goede raad. Eén ding is primordiaal: welke handeling je verkiest en welke procedures maakt niet uit, als je er maar bij blijft en niet verandert tijdens het maken van de spiegel! Op een bepaald moment denk je van “*jaja, dat zal dan wel*”, tot je plots wel heel snel vooruitgaat maar blijkt bij het slijpen te ver te zijn gegaan en terug wat moet gaan afvlakken. Deze stap is behoorlijk intens en brengt je in een eerste contact met de handelingen die komen kijken bij het maken van je eigen spiegel. Je hoort die glazen platen knarsen en gaat verder tot in de late uurtjes omdat je vooruit wil, je zit in een trance, het heeft wel iets weg van meditatie! Je voelt het ’s anderendaags nog in je biceps, maar neemt dat erbij, omdat je al gebent met wat je gisteren gedaan hebt.

Enkele lessen verder heb je bij benadering bijna de gewenste sagitta (diepte) bereikt en kan dan met een fijner slijppoeder starten. Dit

op voorwaarde dat het oppervlak effen lijkt en dus geen putjes vertoont onder een loep. We gaan deze stap nu herhalen maar met fijner slijppoeder tot het oppervlak helemaal egaal lijkt onder de loep en weer geen putjes of kras-sen vertoont. Er zijn zoveel facetten in deze handelingen dat uitweiden daarover ons te ver zou voeren in dit verhaal, hoewel de verleiding wel erg groot is. Je merkt dat je niet te nat, niet te droog noch met te weinig of te veel slijppoeder mag slijpen. Je leert gaandeweg de knepen van 't vak. We zijn er echt zo door gebeten, dat we de spiegel mee naar huis nemen om nog sneller op te schieten. Zodra we terug in het Atelier zijn, meten we onmiddellijk na, om ons ervan te vergewissen dat we zeker ons doel niet voorbijschieten. Thuis op de werkbank of in de keuken werken we dan verder.

De grote dag: de spiegel is geslepen en benadert vrij goed de gewenste sagitta, we mogen overgaan tot het polijsten. Hier gaan we de spiegel niet meer verdiepen maar egaliseren en de sferische curve naar een parabolische omvormen. Dan gaat onze meester-gieter Leopold de pek smelten om deze aan de hand van een mal op het tool te gieten. Een heel secuur proces van juiste temperatuur, tijd voor afkoelen, verwijderen uit de mal... En we kunnen weer verder. Spannend! Je gaat daarna onmiddellijk thuis verder in de keuken. Waar iemand met... een pompoen gepasseerd blijkt te zijn. Je polijst en hoort geknars... Miljaar! — een kras! Zand... van de pompoen dus. Best even alles laten staan om emotioneel af te koelen. De pek moet er weer af, je gaat opnieuw slijpen om de kras eruit te krijgen, controleren of de sagitta nog goed zit en opnieuw pek gieten. Er zijn nog wat van die farcen gebeurd, een duidelijke bevestiging dus van de atelier-regel dat het slijp-gedeelte niet in de buurt van het polijst-gedeelte mag komen.

Volgende grote stap: de eerste metingen met de Foucault-testbank! Dit is echt te gek! We hebben nu al een nauwkeurigheid voor de sagitta die in de grootteorde ligt onder de $1\ \mu\text{m}$ (ter info: een dun haar is $40\ \mu\text{m}$!). We kunnen dit dus niet meer normaal meten, doen dat daarom met de interferentiepatronen van licht (het oplichten of uitdoven van de transversale lichtgolven) en leren om deze interferentiepatronen te lezen. Om het nog gekker te maken, zonder in detail te gaan: onze spiegel moet een nauwkeurigheid bereiken van minder dan $\lambda/8 = 68\ \text{nm}$, wat ongeveer $1/15$ van een μm is! Nu hebben we enkel nog maar de hoofdspiegel.



In een volgende sessie gebeurt er iets spannends, waarvoor we nu eerst de spiegel in een aantal oplossingen onderdompelen en een weekje laten liggen om hem helemaal gereinigd te hebben. De spiegel krijgt nu zijn reflectie-laag, die erop gedampt zal worden onder hoogvacuüm. Dit wordt onder algemene belangstelling minutieus uitgevoerd door onze ervaren chemicus Walter. Een proces dat ruim anderhalf uur in beslag neemt en de kers op de taart is, alvorens kan overgegaan worden tot de volgende stappen in de bouw van de kijker. Wat zijn dan die verdere stappen in de opbouw van de Newtontelescoop? Dat zijn de montage en ophanging van de hoofdspiegel, de kijkerbuis en de vangspiegel, de ophanging van de vangspiegel in de zoeker, het kiezen van het type zoeker, de keuze van de oculairschacht (1.25" of 2") en behuizing, alsook de oculairs zelf, enz. Wat te kiezen en waarom? Dat is afhankelijk van de visie die we hebben op de telescoop die we willen bouwen. Daarover valt nog veel te vertellen... Maar dat is stof voor een volgende episode in het kijkerbouwverhaal! ■

Mijn telescoop en ik...

Vier Uranialeden laten je kennismaken met hun kijker!



De vrijwilliger

Wie? Alain Geenrits

Leeftijd: 58

Lid van Urania sinds 1979

Alain is al Urania-medewerker sinds zijn jonge jaren bij de jeugdwerking Oberon! Hij doet niets liever dan bezoekers laten kennismaken met de wonderde wereld van de astronomie. Hij was lange tijd hoofdredacteur van De Sterrenwachter en is tevens lid van de Raad van Bestuur van Urania.

“Heb jij een telescoop?” is gewoonlijk de eerste vraag als mensen horen dat mijn hobby astronomie is. Mijn antwoord was vroeger altijd negatief, want op Urania hadden we zoveel uitzonderlijk materiaal, dat je thuis moeilijk kon dupliceren. Bij evenementen zoals de open-deurdagen stond ik gewoonlijk in de waarnemingstoren, bij de Kutter van toen! Op verplaatsing sleurde ik gewoonlijk een Meade ETX van Urania mee of andere telescopen in verschillende stadia van verval...

En toen kwam mijn vijftigste levensjaar in zicht en had ik een nieuwe theorie klaar: misschien is het op mijn oude dag ook wel eens leuk om thuis in de tuin waar te nemen! Zo bewoog ik vrienden en familie ertoe om samen te leggen voor een Dobson, een 30cm-Orion Intelliscope uit de astroshop! Het is een fijne telescoop met een zeer helder beeld en respectabele vergroting. De ‘PushTo’-montering (lees: zelf duwen) werkt verbazend nauwkeurig. Ik heb hem in het begin veel meegesleept. Over de Kesselse Heide voor de nationale sterrenkijkdagen, naar Frankrijk waar we met drie Urania-medewerkers een huisje hadden gehuurd, en zelfs een paar keer op het MAS voor de gezellige donderdagavonden in de zomer. Maar ondanks de open truss-constructie blijft het een goeie fitnessoefening om hem mee te zeulen. Bovendien rijd ik met een oude Jeep Wrangler, waar de telescoop net inpast — in de zomer met open dak net iets beter...

En eens het beestje je te pakken heeft... blijft het niet bij één telescoop! Mijn nieuwste theorie was dat de Orion best thuis op het dakterras werkt en het goed zou zijn om een kleinere ‘reistelescoop’ te bezitten. Vroeger had ik eens een ‘Lidl’ Meade ETX-70 gekocht. Dat scoopje heeft me vergezeld naar Egypte — het bezorgde de grenswachters een beetje stress — en draaide zich uiteindelijk vast op de Lofoten-eilanden in Noorwegen, omdat het daar te koud was voor het smeervet van de tandwielen. Maar ik wist dat een kleine spiegeltelescoop met een goede automatische montering handig kan zijn. De Astroshop bracht alweer de

oplossing: een Sky-Watcher Maksutov 17 cm met stevig statief en een WiFi-montering (AZ-Gti)! De telescoop is makkelijk mee te nemen in een oude reistas en snel te monteren. Ik heb alleen een batterij nodig, dus geen gedoe met stroomkabels. De WiFi-verbinding zorgt ervoor dat ik uitlijning op mijn smartphone kan doen. Ook volgen en objecten opzoeken gaat via de software! Je kan nog een extra verbinding met een planetariumprogramma maken, maar dat is nog niet goed gelukt.

Ik heb vóór de pandemie gelukkig nog met de telescoop een paar mooie avonden beleefd op het MAS. De mensen vinden het altijd leuk om planeten te zien of de Orionnevel vanuit het centrum van Antwerpen. Ik vind het dan weer leuk om de verwondering bij de mensen te zien en hopelijk hun interesse voor de hemel wat aan te wakkeren! Met komeet NEOWISE heb ik vorige zomer zelfs gewoon de telescoop in mijn straat gezet om burens te laten kijken...

Mijn volgend project is een Raspberry pi met camera verbinden...

De ultra-waarnemer

Wie? Jef De Wit

Leeftijd: 49

Lid van Urania sinds 2006

Jef is naast verwoed waarnemer ook getalenteerd schetser. In de fotogalerijen van de Urania-website vind je talrijke van zijn pareltjes terug. Zopas nog werden drie van zijn tekeningen gepubliceerd in een Duitstalig waarneemboek *Moonhopper Field Set – 20 Mondtoureuren für Hobby-Astronomen* (ISBN 978-3-938469-99-6). Jef is tevens een drijvende kracht achter WGAS, de Werkgroep Algemene Sterrenkunde.

Alhoewel je met het ongewapende oog veel plezier kan beleven aan de nachthemel, hebben zo goed als alle waarnemers een telescoop.



Even zot doen met Irma op het einde van een ijsskoude waarneemnacht

Ik ben geen uitzondering en heb zelfs meerdere optische hulpmiddelen in mijn bezit: drie verrekijkers (4x22, 8x42 en 16x70), een 8 cm refractor, twee spiegeltelescopen van 30 cm en een kleine H-alfa-kijker voor de zon. Mijn vrouw heeft al mijn optiek voorzien van een naam, eindigend op 'a': de drie verrekijkers heten respectievelijk Libra, Salsa en Maxima, de lenzenkijker kreeg als naam Natasja, de zonnekijker Anorexia en mijn twee grote telescopen luisteren naar Irma en Bertha!

De meest gebruikte telescoop, Irma, komt van over het Kanaal: een 30 cm Newtontelescoop op een Dobsonmontering van het merk Orion Optics UK. Toen ik de kijker in 2008 kocht, was een 30 cm spiegel groot, maar tegenwoordig zijn er op Urania waarnemers in het bezit van een 40 cm-telescoop of zelfs groter. De telescoop heeft een brandpuntsafstand van 1200 cm, het is dus een 'snelle' f/4. Dit

heeft een groot voordeel: hij past op de achterbank van een auto. Dat is de reden waarom de meeste Newton telescopen vanaf 40 cm opening geen volle buis hebben: ze worden immers te zwaar om te dragen en/of geraken niet in een gewone auto.

Irma staat in het tuinhok, altijd op gepaste temperatuur, afkoelen is niet nodig. Opstellen duurt enkele minuten. Ik heb geen go-to, push-to of volgplatform en verlies geen tijd met uitlijnen. Ondanks zijn grootte en gewicht, is het dus een 'grab and go'-telescoop. Een 9x50 zoeker en een atlas brengen me aan de hemel waar ik moet zijn. Met een 2 inch-Pentax-oculair van 40 mm heb ik een beeldveld van 2,2 graden. Wil ik grotere objecten zien, dan moet ik overschakelen op de refractor of een bino. Voor mijn hoogste vergroting (343x) gebruik ik een Nagler-oculair van 3,5 mm.

Ik gebruik Irma thuis, midden in de lichtvervuiling, vooral voor het observeren van open sterrenhopen en de maan. Op een donkere locatie waag ik mij ook aan andere deep sky-objecten. Spijtig genoeg is er voor Irma geen plaats in de auto bij familievakanties. Speciaal daarvoor kocht ik enkele jaren geleden een reis-Dobson. Deze telescoop, ook een 30 cm f/4, heeft geen volle buis maar 'stokken' ('trusses' in het Engels) die je kan opvouwen. De rest van de telescoop past in een koffer.

Een nieuwe telescoop is altijd voor verbetering vatbaar. In de loop der jaren bracht ik verschillende wijzigingen aan, zoals een betere focusser, een zoeker met 90° inblik, zwarte vilt aan de binnenkant van de buis, dauwverwarming op de vangspiegel en — waarschijnlijk mijn beste investering — een grote dauwkap, gemaakt van een zwart yogamatje. Verder kreeg de hoofd- en vangspiegel, na meer dan 10 jaar intensief gebruik, in 2019 een nieuwe laag. Goed voor nog jaren waarneemplezier!



De absolute beginner

Wie? Simone Geyskens

Leeftijd: 79

Lid van Urania sinds 2020

Als nieuwkomer bij Urania bewijst Simone dat je nooit te oud bent om met sterrenkunde als hobby te starten!

In september 2020 ben ik lid geworden van Urania en heb ik mij ingeschreven op de Basis cursus Sterrenkunde.

Dat was een van de beste beslissingen die ik toen kon nemen, want net zoals bij iedereen viel ook voor mij het leven plots stil: geen concerten en, nog veel erger, geen reizen meer.

Ik heb altijd enorm genoten van de sterrenhemel. Vroeger heb ik een korte tijd in Afrika gewoond, waar het nachtelijke schouwspel fenomenaal was. Maar de laatste tien jaar heb ik met mijn kleine autootje wel heel Schotland doorkruist. In de Highlands, de Orkney's en de Hebriden zijn de nachten nog heel donker. Telkens als ik naar de sterren keek, dacht ik: "*hier wil ik meer over weten*"... En kijk: corona heeft mij geholpen!

Ik was zo opgetogen over de lessen, dat ik reeds op 9 december een telescoop heb aangekocht. Eigenlijk ging ik naar Urania voor een

verrekijker, maar toen ik die mooie blauwe telescoop zag staan, die dan nog helemaal niet zo duur en ook heel draagbaar bleek, was ik verkocht. Het type: Meade Infinity 80 met drie lenzen: Meade MA 9 mm / Meade MA 26 mm / 2× Barlow-lens.

Achteraf heb ik wel wat gesakkerd, want ik kende er niets van. Na lang zoeken vond ik dan toch de maan. Ik hoor de ervaren sterrenkijkers al sarcastisch lachen, maar in het begin is zo iets echt wel moeilijk! Gelukkig had ik elke week de les van de Basiscursus, weliswaar via het internet (live was wel veel gezelliger...), maar het voordeel was dat ik alles meerdere malen kon bekijken.

Zo was de les van Didier Van Hellemont: 'Verrekijkers en Telescopen' op 21 januari zeer verhelderend. Toen viel er heel wat op zijn plaats. Want op 21 december 2020 was ik de trappen aan de Scheldenkaaien opgeklimmen, waar ik absoluut door mijn nieuwe telescoop de conjunctie van Jupiter en Saturnus wilde waarnemen. Ik heb ze met het blote oog kunnen zien, maar helaas niet door de telescoop. Een troost: Eudoxus kon 390 vC al zijn berekeningen doen met het blote oog!

Tot ik een maand later, in de les van Didier, te horen kreeg dat niet de telescoop, maar de keuze van het oculair het belangrijkste is. Dank aan de lieve lesgever!

Ik ben dus duidelijk nog een leek, maar leer elke dag wat bij. Zo vind ik o.a. *Kijk Omhoog* fantastisch en heb ik dankzij deze maandelijke info op de website van Urania al vele ontdekkingen gedaan door mijn telescoop. Ook aan de hand van vele filmpjes op YouTube: je stelt een vraag in Safari en je wordt beloond met uitgebreide info.

Maar ik kijk met veel ongeduld naar het moment om opnieuw live de cursussen te volgen. Als ik aan mijn computer de lessen volg, mis ik

de Astrobar van Urania... Ik hoop me te kunnen inschrijven op de cursus Praktische Sterrenkunde die, naar ik vernam van Hilde, volgend cursusjaar opnieuw start en die ik hard nodig heb om heel wat bij te leren.

Tot besluit nog dit: ik heb zoveel geluk dat ik Urania heb ontdekt — zo'n boeiende wereld is er voor mij opengestaan en de lesgevers zijn stuk voor stuk fantastisch! Ik heb al enorm veel bijgeleerd en het is verfrissend om al die informatie te krijgen — heel wat anders dan te moeten luisteren naar coronanieuws of sommige mensen te horen vertellen over hun ziektes en ongemakken...

Geef mij maar de extra les van Roger Van der Linden, *Mythologie van het zonnestelsel...* I Love It!

De astrofotograaf

Wie? Peter Van den Eijnde

Leeftijd: 54

Lid van Urania sinds 1982

Peter startte zijn Urania-carrière bij de jeugdwerking Oberon en is sinds die tijd medewerker en lesgever. Hij zorgde er mee voor dat het Zeiss-planetarium van de Antwerpse Zoo (waar hij werkzaam is) terecht kwam bij Urania, waar het nu onze top-attractie is. Hij was lange tijd werkgroepvoorzitter Astrofotografie en is — samen met Didier Van Hellemont — de bedenker van de Workshop Nightscapes.

Het begon allemaal met de erfzonde

Wat is dat toch met die technische samenraapsels van glas, metaal en kunststof die we telescopen noemen? Nuchter bekeken zijn het optische hulpmiddelen, vaak van middelmatige en soms van betere kwaliteit. Maar in de hersenpan van een door het astro-virus besmette 'patiënt', worden ze begeerlijke nachtassistenten, die naar je lonken op de webpagina's van



hun fabrikanten en zachtjes prevelen: “Koop me, ik ben de ideale compagnon voor al je astrofotografische dromen”. Zij zijn het die je in het aardse paradijs in de appel van de astronomisch erfzonde doen bijten...

En ondertussen is mijn zonde uitgegroeid tot een ganse harem... Van groothoek-, standaard- en teleden via kleine en middelgrote apochromatische refractoren tot compacte Maksutovs en een volslanke Newton, waarover ik het in dit artikel wil hebben.

Een goede stamboom helpt...

Haar familienaam is Orion Optics en haar weluidende maar ietwat ongewone voornaam CT10. Ze werd, net zoals de Newton naar wie haar type genoemd werd, geboren in Groot-Brittannië en ze komt uit een gerenommeerd huis met een kwalitatieve optische stamboom.

Een ultra grade-opleiding bezorgde haar een hoofd- en vangspiegel van $\lambda/10$ en om het gewicht van haar volumineuze omvang onder controle te houden, koos ze voor een koolstofvezelpakje, zodat ze op de weegschaal aftikt op een luttel 11 kilogram. Niet slecht voor haar 25 centimeter diameter en respectabele 1200 mm brandpuntsafstand!

Net zoals de andere familieleden van haar Newtoniaanse clan, is ze een beetje coma-teus

waardoor ze aan de rand van haar gezichtsveld kleine komeetjes in plaats van puntjes ziet. Ze heeft dus een brillette nodig en ik koos voor haar die van Teleskop Service die de brandpuntsafstand naar 0,95x terugbrengt en van de beruchte komeetjes weer gave puntjes maakt. Iedereen blij!

Ze heeft een stabiele temperatuur dankzij haar koolstofpakje, maar als het nodig is, zorgen enkele ventilatoren ervoor dat ze voldoende airconditioned op de afspraak verschijnt.

Prima samenwerking

CT10 en ik hebben al vele leuke avonturen beleefd. Bij de eerste ontmoeting hebben we samen naar Jupiter gekeken, die toen hoog aan de hemel stond. De details in de kleurrijke wolkenbanden die ze me toonde, zullen me altijd bijblijven. En ook de details in de wolkenbanden van Saturnus, de kraters op de maan en de vele deep-skyobjecten zijn onvergetelijk. Om nog te zwijgen van komeet Garrad...

Maar CT10 heeft vooral interesse in astrofotografie en een nachthulp heeft ook wat in de pap te brokken uiteraard. Het doet er niet toe of ze gekoppeld wordt aan een gemodificeerde DSLR of een gekoelde ccd-camera: ze verzamelt fotonen aan de lopende band en ze doet dat nog snel ook met haar $f/4.8$ openingsverhouding. Dat maakt haar tot een krachtige astrofotomachine.

CT10 is met haar koolstofpakje uiterst stabiel. Slechts af en toe moet je aan de knopjes draaien om haar onderdelen weer mooi te collimeren maar da's een kleine moeite. Ze is wel redelijk omvangrijk, waardoor ze een goede stabiele basis nodig heeft om haar aan te sturen — een Sky-Watcher EQ6 of zwaarder is zeker nodig. Zelf bied ik haar mijn Astro-Physics 900GTO aan en ze lijkt daar tevreden mee. Wat kan een astrofotograaf meer verlangen? ■

Deze 15 panelen zijn een selectie uit een reeks van 27 historische momenten in de geschiedenis van de telescoop. De volledige reeks is te bekijken op de tweede verdieping van de Urania-waarnemingstoren!

424 v.C.

OPTISCHE EIGENSCHAPPEN VAN WATER

Aristophanes



De Grieken uit de Oudheid ontdekken de bijzondere optische eigenschappen van water in glazen bollen.

De basis van de werking van een lens is hiermee gelegd.



1011

EMISSIE VAN LICHT VERKLAARD

Hasan Ibn al-Haytham



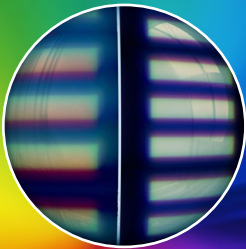
De Arabische geleerde Hasan Ibn Al-Haytham verkondigt in Kitāb al-Manāzīr (Boek der Optiek) correct dat licht lukraak weerkaatst van een object naar het oog en niet andersom, wat geleerden in de Oudheid geloofden.



1733

ACHROMATISCHE LENS

Chester Moore Hall



Het materiaal van een lens zorgt voor een optische afwijking: licht van verschillende golflengten heeft een verschillend brandpunt.

Bij achromatische lenzen is de brandpuntafstand van ten minste twee golflengten gelijk.

1897

DE GROOTSE REFRACTOR TER WERELD

Yerkes Observatory



In het Yerkes-observatorium in Wisconsin (V.S.) staat 's werelds grootste lenzentelescoop van 40 inch of 102 cm diameter.

Veel bekende astronomen zoals Edwin Hubble, Carl Sagan, Gerard Kuiper,... hebben er ooit nog gewerkt.

1950

KUTTER- EN DOBSONTELESCOPEN

Anton Kutter / John Dobson



De Amerikaan John Dobson ontwikkelt een eenvoudige telescoop uit recyclagemateriaal.

De Duitser Anton Kutter ontwikkelt een 'scheve' spiegeltelescoop met een uitstekende beeldkwaliteit.



1608

UITVINDING VAN DE LENZENTELESCOOP

Hans Lipperhey



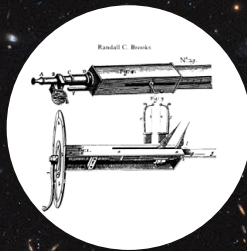
Hans Lipperhey probeert voor de 'buyse waarmede men verre kan sien' een patent aan te vragen.

Het is niet zeker of hij de uitvinding van deze kleine lenzentelescoop gestolen heeft van concurrent Sacharias Jansen. Beiden waren lenzenlijpers in Middelburg (NL).

1611

DE KEPLERTELESCOOP ZIET MEER

Johannes Kepler



De telescoop met twee convexe lenzen, van de Duitser Johannes Kepler, verbreedt het zichtveld en verhoogt zo het kijkcomfort.

Dit leidt later tot de uitvinding van de micrometer, een nauwkeurig (astronomisch) meetinstrument, door William Gascoigne.

1668

UITVINDING VAN DE SPIEGELTELESCOOP

Isaac Newton



Het eerste werkende ontwerp is van de Engelsman Isaac Newton. Het bestaat uit een hoofdspiegel en een vlakke vangspiegel.

De Schot James Gregory tekent in 1663 een paraboolspiegel, de Gregoriaanse telescoop. Zijn ontwerp wordt pas 10 jaar later gebouwd door Robert Hooke.

1963

RADIOTELESCOPEN (ARECIBO)

Karl G. Jansky



In 1931 ontdekt Karl Jansky dat hemellichamen ook radiostraling uitzenden.

In 1963 werd de wellicht bekendste radiotelescoop gebouwd, de Arecibo. De grootste, de Chinese FAST, meet 500m in diameter (2016).

1990

HUBBLE SPACE TELESCOPE

NASA / ESA



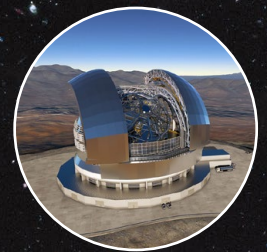
Het is niet de eerste ruimtetelescoop maar wellicht wel de bekendste en meest veelzijdige.

De Hubble heeft een spiegel diameter van 2,4 meter en observeert in IR-, zichtbaar en UV-licht.

2025

ELT: DE GROOTSTE TELESCOOP

ESO



De Extremely Large Telescope heeft een hoofdspiegeldiameter van 39,3 m, bestaande uit 798 kleinere hexagonale spiegels.

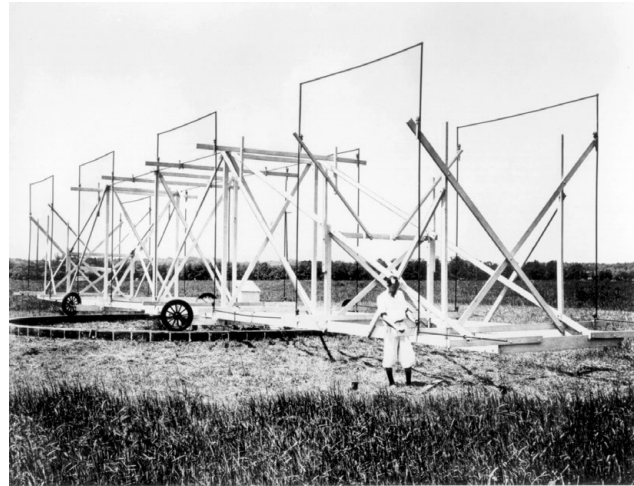
De ELT staat op de 3064 meter hoge berg Cerro Armazones in de Atacamawoestijn in Chili.

Basisprincipes van de radioastronomie

 Stijl Calders

IN DE JAREN 1930 was Bell Telephone Laboratories erg geïnteresseerd in transatlantische radiocommunicatie. Op korte golf trad er echter geregeld storing op en, om deze grondig te bestuderen, bouwde de 26-jarige Amerikaanse fysicus en radio-ingenieur Karl Jansky in 1932 in opdracht van zijn werkgever een draaibare radioantenne. Hij vond drie soorten storing: lokaal onweer, verre onweersbuien (waarvan de ruis door de ionosfeer weerkaatst wordt) en nog een derde, een erg mysterieuze. Hij stelde vast dat deze laatste vorm om de 23 u 56 m terugkeerde, wat exact de periode van een sterrendag is. Daaruit concludeerde hij dat de storing van buitenaardse, zelfs galactische oorsprong moest zijn.

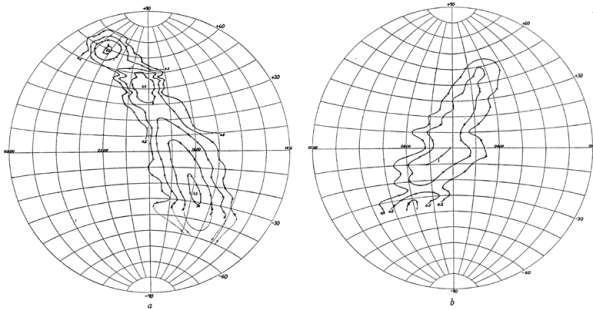
Karl Jansky was echter geen astronoom en zijn ontdekking vond ook plaats tijdens de Grote Depressie. Daarom bleef de radioastronomie lange tijd onder de radar van de professionele sterrenwachten. Gelukkig was er wel Grote Reber, een amateursterrenkundige



Karl Jansky en zijn radioantenne

die geïnspireerd werd door de ontdekking van Jansky en in 1937 in zijn tuin in een voorstad van Chicago een 9 meter (!) grote paraboolantenne bouwde. Zo bevestigde hij een jaar later de waarneming van Jansky, wat leidde tot zijn eerste publicatie in het *Astrophysical Journal*. In de daaropvolgende jaren publiceerde hij regelmatig contourkaarten, waarop onder meer de radiobronnen Cassiopeia A en Cygnus A onthuld werden.

Vlak na de Tweede Wereldoorlog nam de radioastronomie een hoge vlucht. Tijdens de oorlog werden er immers verscheidene radars gebouwd (om vliegtuigen en bommen te detecteren) en die werden nadien hergebruikt om aan radioastronomie te doen. De ontdekkingen



Links: de radiokaart van Grote Reber uit 1944

volgden elkaar in hoog tempo op: de radiostraling van de zon (1942), de 21 cm-straling (de waterstoflijn, in 1951) en de kosmische achtergrondstraling (1965) zijn de bekendste voorbeelden. Sterrenkundigen gebruiken nu dagelijks grote netwerken van radiotelescopie die over de ganse wereld verspreid staan.

Maar wat betekent dit nu allemaal? Ik neem jullie graag mee op ontdekkingsreis in de wonderlijke wereld van de radioastronomie.

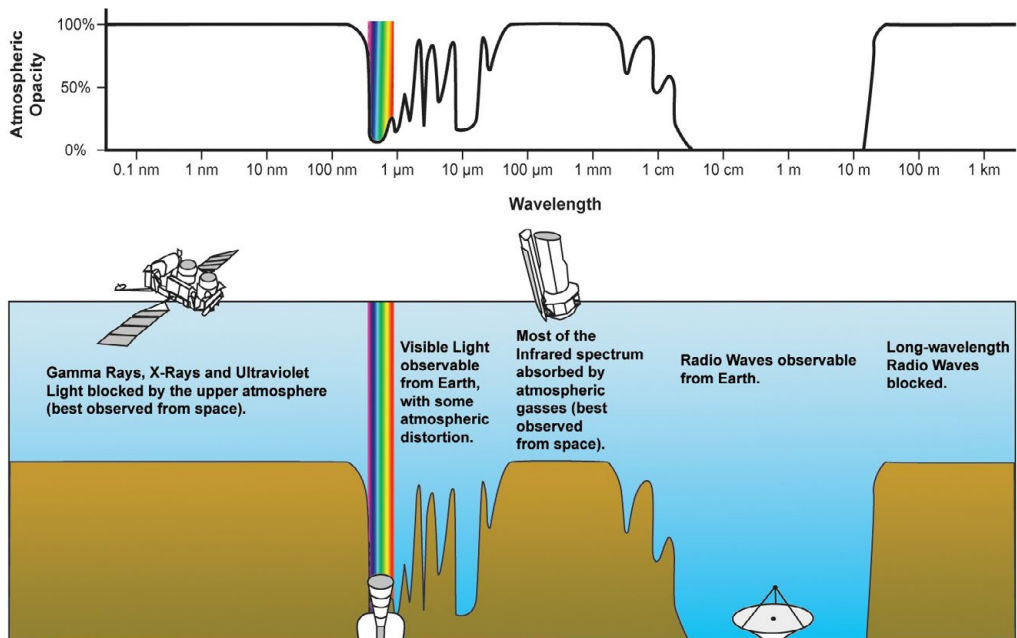
Wat is radioastronomie?

Radioastronomie is geen wetenschap op zich, maar wel een verzameling van waarnemings- en analysetechnieken die gebruikt worden ter ondersteuning van de sterrenkunde. In tegenstelling tot de klassieke observationele sterrenkunde, nemen radioastronomen onzichtbare golflengten waar. Daarvoor gebruiken ze totaal andere instrumenten dan amateurs gewend zijn.

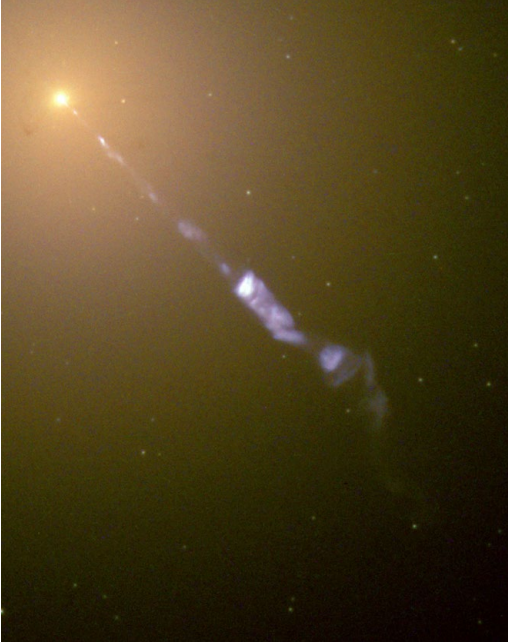
Hoe ontstaat radiostraling?

Voorbij het zichtbare gebied kennen we nog twee soorten onzichtbare elektromagnetische straling, nl. infrarood en radiostraling (tussen die twee wordt dikwijls ook nog kortegolfstraling aangeduid). Infraroodstraling heet ook thermische straling.

Deze thermische of warmtestraling kennen we goed: als een elektrische oven opwarmt, worden de verwarmingselementen roodgloeiend. Ze geven dus de onzichtbare infraroodstraling af. Maar daar stopt het niet, want voorbij het infrarode gebied treffen we straling aan met een zeer lange golflengte: de radiogolven. Er bestaat overigens ook straling met een golflengte die korter is dan die van zichtbaar licht (ultraviolet, röntgen- en gammastraling). Deze straling is gevaarlijk voor het menselijk lichaam. Gelukkig worden we goed beschermd door de aardatmosfeer, die enkel zichtbaar licht, een deel van de warmtestraling en radiogolven doorlaat.



Absorptie in de atmosfeer naar golflengte



M87 en de door het superzware zwarte gat geproduceerde jet van subatomaire deeltjes gefotografeerd door de Hubble Space Telescope

Fysici namen oorspronkelijk aan dat de straling uit de ruimte warmtestraling zou zijn. Een logisch gevolg daarvan is dat de hoeveelheid (radio)straling zou afnemen met toenemende golflengte. Reber liet echter zien dat het omgekeerde het geval was: de radiostraling bij lange golflengten is veel sterker dan verwacht. Een groot mysterie!

In de jaren 1940 begonnen wetenschappers met de bouw van deeltjesversnellers, de zoge-

naamde synchrotrons. (De Large Hadron Collider in het CERN is nog steeds op dit principe gebaseerd.) Daarbij ontdekten ze een nieuwe soort straling, die ontstaat wanneer elektronen tegen zeer hoge snelheid (quasi de lichtsnelheid) rond magnetische veldlijnen cirkelen: synchrotronstraling. In 1956 ontdekte de Engelse astrofysicus Geoffrey Burbidge dat die ook in de ruimte voorkomt: de jet van het sterrenstelsel M87 (Virgo A) bv. geeft synchrotronstraling af.

Naast synchrotronstraling bestaan er trouwens nog andere vormen van niet-thermische straling. Eentje die ik hier zeker nog kort wil vermelden, is de 21 cm-straling. Zoals u weet, bestaat neutrale waterstof uit één proton (de kern), met daarrond een elektron. Zowel het proton als het elektron hebben een spin. De twee deeltjes kunnen hierbij dezelfde, parallelle spins hebben of tegengestelde (antiparallelle) spins. In het eerste geval heeft het elektron een minieme hoeveelheid energie meer dan in het tweede. Als de parallelle spin van een elektron wordt omgeklapt, komt er een kleine hoeveelheid energie vrij, die wordt uitgezonden als een foton met een golflengte van 21 centimeter.

Golflengte en frequentie

In de radioastronomie worden vaak de termen golflengte en frequentie door elkaar gebruikt. Beide houden verband met elkaar: de golflengte maal de frequentie is gelijk aan de lichtsnelheid (300.000 km/s). In formulevorm: $\lambda \cdot f = c$

Onderstaande tabel helpt u om de golflengte in frequentie om te zetten en omgekeerd:

Frequentie	Golflengte
50 MHz (megahertz)	6 m (meteorendetectie)
1 GHz (gigahertz)	30 cm
1,4 GHz	21 cm (waterstoflijn)
160 GHz	1,9 mm (kosmische achtergrondstraling)

Hoe waarnemen?

De eenvoudigste radiotelescoop bestaat uit een antenne, die via een kabel verbonden is met een ontvanger. Deze ontvanger is op zijn beurt verbonden met een computer die de waarnemingen registreert. De meeste mensen stellen zich een parabolische schotel voor bij een radiotelescoop. Dat hoeft echter niet: schotels worden pas interessant bij hoge frequenties (GHz). Wanneer je waarnemingen wil doen bij lagere frequenties, zijn 'klassieke' Yagi-antennes (die de oudere lezers nog wel kennen als de tv-antennes die vroeger op de daken van huizen stonden) veel nuttiger. De schotel is trouwens niet de antenne, maar het onderdeel dat de radiostraling bundelt in het brandpunt, waar zich de eigenlijke antenne bevindt. Vergelijk het met een spiegeltelescoop: de spiegel verzamelt het licht, en bundelt het dan op ons oog (of de lichtgevoelige chip van een camera).

Er is wel een belangrijk verschil met gewone telescopen: radiogolven zijn zo'n 100.000 keer

langer dan zichtbaar licht. Het equivalent (qua oplossend vermogen) van een 10 centimeter optische telescoop is dus een radiotelescoop met een diameter van 10 kilometer! Dat is uiteraard praktisch onhaalbaar... Gelukkig kunnen we relatief eenvoudig de waarnemingen van verschillende radiotelescopen combineren om zo een virtuele 'super-radiotelescoop' te krijgen. Het combineren van de waarnemingen van meerdere (radio)telescopen heet interferometrie.

Om de waarnemingen van verschillende radiotelescopen te combineren, gebruiken de wetenschappers een techniek die apertuursynthese heet (een soort interferometrie). Daarmee worden beelden gegenereerd met hetzelfde scheidend vermogen als één denkbeeldige telescoop waarvan de diameter gelijk is aan die van de hele verzameling telescopen. In 2019 stelde een team van 300 wetenschappers uit 20 verschillende landen de eerste rechtstreekse waarneming van een zwart gat (of

In Effelsberg, net over de Duitse grens, staat een beweegbare parabolantenne met een diameter van 100 meter (!). Een idee voor een leden-uitstap met Urania?



alleszins de accretieschijf¹ errond) voor. Dit zwarte gat bevindt zich in het centrum van M87, hetzelfde sterrenstelsel waarvan Burbidge zestig jaar eerder vastgesteld had dat het synchrotronstraling uitzendt. Het instrument dat ze gebruikten, de Event Horizon Telescope, bestaat in feite uit acht radiotelescopen, van Effelsberg in Duitsland over de James Clerk Maxwell Telescope in Hawaï tot de South Pole Telescope, en maakte daarbij gebruik van de techniek van apertuursynthese. Een tip voor de volgende Urania-quiz: waarnemingen met radiotelescopen die zo ver uit elkaar staan, worden in het jargon *Very Large Baseline Interferometry* (VLBI) genoemd. Het experiment produceerde trouwens zoveel data dat de harde schijven per vrachtvliegtuig naar de supercomputers in Duitsland en het VK werden overgevlogen. Een huzarenstukje!

Interferometrie gebeurt ook op lage frequenties. Begin deze eeuw startte het Nederlandse ASTRON de bouw van LOFAR (LOW-Frequency ARray). Momenteel bestaat het netwerk uit ruim 20.000 (!) antennes in negen verschillende landen (maar niet in België), en het breidt zich nog verder uit. De telescopen kunnen radiostraling tussen 10 en 240 MHz detecteren (wat voor radioastronomen een lage frequentie is), en de waarnemingen van de verschillende telescopen worden met behulp van software op supercomputers gecombineerd. Wetenschappers hopen met deze telescoop de waterstoflijn te kunnen waarnemen vanuit het tijdperk van reïonisatie (het moment waarop in het piepjonge heelal de eerste sterren ontstonden). Door de enorme roodverschuiving is de golflengte immers zoveel langer



Eén van de duizenden LOFAR-antennes die over half Europa verspreid staan

geworden dat de straling (die normaal gesproken op 1,4 GHz wordt waargenomen) binnen het bereik van LOFAR valt.

Radioastronomie, ook iets voor ons amateurs?

Enorme radiotelescopen en interferometrie met antennes die kilometers uit elkaar staan, liggen spijtig genoeg ver buiten het (financiële) bereik van amateurs. Maar bij volkssterrenwacht Urania is er wel een Werkgroep Radioastronomie actief die de historische waarnemingen van de Melkweg op de waterstoflijn herhaalt met behulp van twee radiotelescopen op de waarneemsite in Broechem.

Ben je na het lezen van dit artikel geboeid geraakt door de radioastronomie? Stuur dan een mailtje naar info@urania.be. Zij brengen je dan in contact met Jef, de werkgroep leider, die je graag verder helpt bij de verdere ontdekking van deze boeiende materie!

Voor wie liever vanuit zijn zetel aan radioastronomie doet, zijn er drie boeiende citizen science-projecten op www.zooniverse.org: *Radio Meteor Zoo*, *Radio Galaxy Zoo: LOFAR* en *Bursts from Space*. ■

1. Een accretieschijf is een schijf rond een zwart gat waarin gas en stof uit de omgeving zich ophoopt. Omdat deze materie vrijwel altijd impulsmoment bezit, zal ze — voordat ze in het zwarte gat valt — zich eerst verzamelen in een platte, snel roterende schijf eromheen.



Arecibo overleefde de COVID19-pandemie niet

In het Midden-Amerikaanse eiland Puerto Rico stond de legendarische Arecibo-radiotelescoop. De schotel had een diameter van 305 meter en was ingebed in een natuurlijke vallei. Hij was tot september 2016 de grootste radiotelescoop ter wereld (daarna nam de Chinese FAST-radio-telescoop met een diameter van 500 meter de fakkel over). Boven de schotel hing in het brandpunt een platform met de antennes aan dikke, stalen kabels. De telescoop werd onder andere gebruikt voor het SETI-project, waarbij gezocht werd naar buitenaards intelligent leven. Hij kwam ook voor in enkele blockbusters, zoals de James Bond-film Golden Eye en Contact (waarin Jodie Foster een astronome speelt die een signaal van intelligent leven ontvangt).

In 2017 liep de schotel zware schade op tijdens orkaan Maria. Door de wereldwijde uitbraak van het coronavirus liep de herstelling van de telescoop vertraging op. Er werd nog wel een poging ondernomen om de radiotelescoop te redden, maar op 1 december 2020 viel het 900 ton zware platform naar beneden en verwoestte de schotel. Scan de QR-code als je de beelden daarvan (gemaakt door een onbemande camera) wil bekijken. (<https://apod.nasa.gov/apod/ap201209.html>)





Een radiotelescoop op de maan

 André Van Assche

Doel van dit project

De NASA betaalt een team van onderzoekers een half miljoen dollar om een plan te ontwikkelen voor het bouwen van een radiotelescoop aan de achterkant van de maan. Waarom wil de NASA deze *Lunar Crater Radio Telescope* (LCRT) daar optrekken? We plaatsen die toestellen toch al vele jaren op onze aarde of in een satelliet? Of hebben we nog niet genoeg geleerd om de ruimte te observeren zonder de talrijke storingsbronnen, die ons omringen?

Zeker wel, maar er zijn diverse problemen die we op de maan niet zouden hebben, zoals veel natuurkundigen hebben opgemerkt. De maan heeft heel weinig seismische activiteit en er kruipt ook geen leven rond. Afgezien van een incidentele asteroïde-inslag, is het daar erg rustig. Bovendien heeft de maan geen atmosfeer die het zicht op de nachtelijke hemel kan vertroebelen. Daarom dromen fysici er al vele jaren van om een radiotelescoop aan de

voor ons onzichtbare ‘achterkant’ van de maan te plaatsen. Zo’n telescoop zou boeiende resultaten kunnen opleveren, omdat hij signalen uit het donkere tijdperk van het vroege universum zou kunnen registreren. Over die periode is tot op heden weinig met zekerheid geweten wegens een gebrek aan geobserveerde gegevens.

Het donkere tijdperk begint na de emissie van de kosmische microgolf-achtergrondstraling (CMBR of *Cosmic microwave background radiation*) maar vóór de vorming van de eerste sterren. Kennis van die beide tijdvakken kan ons veel vertellen over het gedrag van zowel normale als donkere materie. Dat inzicht missen we vandaag en zouden we kunnen verkrijgen met de hulp van een telescoop op de maan.

In tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden, was het universum tijdens het donkere tijdperk gelukkig niet gehuld in een volledige

Figuur 1: illustratie van een conceptuele radiotelescoop in een krater op de maan. Het ontwerp wordt in een vroeg stadium bestudeerd met subsidie van het NASA Innovative Advanced Concepts-programma, maar is momenteel geen NASA-missie. (Vladimir Vustysky)

duisternis: er was een heel erg zwakke straling. Die was afkomstig van de waterstofatomen waarmee het universum grotendeels gevuld was. Als deze geëxciteerd (aangeslagen) worden, stralen ze bij terugval naar hun normale toestand golven uit met de heel specifieke golflengte van 21 cm. Deze golflengte verlegt met de uitdijing van het heelal en zou tot op de dag van vandaag meetbaar moeten zijn met radiotelescopen. Natuurkundigen noemen dit de '21 centimeter-astronomie' en een paar telescopen, zoals LOFAR in Nederland, zoeken al intensief naar deze golven uit het donkere tijdperk. Maar het signaal is pietluttig klein en dus enorm moeilijk te meten. Deze problematiek werd uitgebreid toegelicht in het verhaal *Zoektocht naar de eerste ster* in de januari-editie van De Sterrenwachter (vanaf bladzijde 38) en indien je aan deze korte samenvatting geen touw kan vastknopen, (her)lees je best de eerste bladzijden van het genoemde artikel.

Een telescoop aan de achterzijde van de maan zal ook geen last hebben van radio- en televisie-uitzendingen, die dezelfde frequenties gebruiken als de uitgerekte straling uit de tijd van en voor de eerste sterren. Voor het grote publiek ligt het belang van dit project in het bewijs van het al dan niet bestaan van donkere materie. Stacy McGaugh heeft immers in 2018 voorspeld dat in een universum met enkel normale (baryonische) massa de absorptie

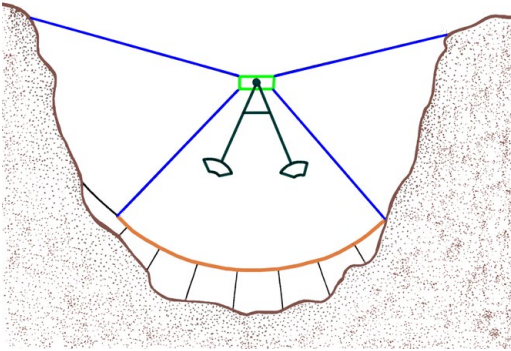
van de kosmische microgolf-achtergrondstraling groter is dan in een universum met enorm veel extra donkere materie en de telescoop op de maan zal net die straling in kaart brengen. Voor de talrijke fysici die rotsvast geloven in het bestaan van donkere materie, zal dit project duidelijk maken of de theorieën over inflatie al dan niet sluitend zijn en of het heelal inderdaad de vroege stadia van het simpele model heeft doorlopen die vele wetenschappers vandaag beschouwen als een onomstootbare werkelijkheid.

Concept van het project

De NASA-ingenieur Saptarshi Bandyopadhyay heeft de leiding van het project en zal samen met zijn team de haalbaarheidsstudie ervan verrichten. Eerder beschikte hij al over een budget van 125.000 dollar, zodat hij al een goede weergave kan aanreiken van de conceptuele opbouw. In feite is het idee niet nieuw, want in 1988 heeft de NASA al een gelijksoortig plan gepubliceerd met als titel *Future Astronomical observatories on the Moon*. In essentie is de strategie van het nieuwe programma amper gewijzigd. In een maankrater met een diameter van 3 tot 5 km wordt op de bodem een bolvormige reflector met een middellijn van 1 km geplaatst. Het instrumentatiepaneel, met de antenne die alle radiosignalen opvangt, wordt via stevige kabels precies boven het centrum van

Figuur 2: de 'Lunar Crater Radio Telescope' (LCRT) zal gevoelig zijn voor radiogolven, die vanop de aarde geblokkeerd worden door de ionosfeer en zal ook afscherming bieden tegen de talloze elektromagnetische golven die op aarde opgewekt worden. (Saptarshi Bandyopadhyay)





Figuur 3: het plan van 1988 om een zeer grote radio-telescoop (oranje) te plaatsen in een diepe krater (bruin) aan de achterkant van de maan. De instrumentatie-eenheid (groen) wordt stabiel opgehangen aan meerdere kabels (blauw). Bron: NASA.

de reflector gepositioneerd. Destijds hoorde daar nog een kolossaal park met zonnepanelen bij en een immense reeks batterijen, die tijdens de maannacht zouden zorgen voor voldoende elektrisch vermogen om dit gigantische apparaat operationeel te houden en de geobserveerde gegevens naar de aarde te zenden. Hoewel dit al buitengewone uitdagingen waren, was het toen ondenkbaar om astronauten in een log ruimtetpak die enorme telescoop in elkaar te laten zetten. Het was al problematisch

om alle nodige werkzaamheden op die wijze uit te voeren, en dan nog in een moeilijk toegankelijke krater! Dit obstakel zou volgens Saptarshi Bandyopadhyay met de technologie van vandaag kunnen uitgevoerd worden door een reeks samenwerkende robots.

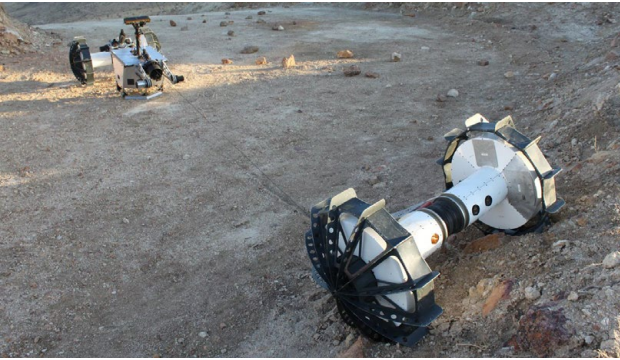
Robots zullen het varkentje wassen

NASA's DuAxel (afkorting van 'dual-Axel') is ontworpen om van kraterwanden en bijna verticale kliffen op de maan of Mars af te dalen. Met zijn vier metalen wielen ratelt deze robotwagen over een rotsachtig terrein. Wanneer een schijnbaar onoverkomelijk gevaar op zijn pad verschijnt, hoeft hij niet noodzakelijk terug te deinzen, want DuAxel is gebouwd om moeilijke situaties te overwinnen.

De robotwagen is fundamenteel opgebouwd als een duo van tweewielige robotwagens, die allebei Axel genoemd worden. Het geheel werkt volgens het principe 'verdeel en heers': wanneer een terrein bezaaid is met obstakels of wanneer langs een steile flank van een krater moet afgedaald worden, stopt de robotwagen en laat zijn chassis zakken zodat het zich verankert in de bodem. Daarop splitst hij zich als

Figuur 4: de DuAxel-robotwagen is hier te zien tijdens terreintesten in de Mojave woestijn. De vierwielige robotwagen bestaat uit twee Axel-robots. Het ene deel verankert zichzelf op zijn positie, terwijl het andere een kabel gebruikt om anders ontoegankelijke contreien te verkennen. Bron: NASA / JPL-Caltech / J.D. Gammell.





Figuur 5: doordat de DuAxel zich kan opsplitsen, kan het talloze hindernissen overwinnen in rotsachtige gebieden. Bron: NASA / JPL-Caltech / J.D. Gammell.

het ware in tweeën. Met de achterste helft van de DuAxel stevig vastgemaakt, wordt het voorste gedeelte losgemaakt en rolt dit weg als een zelfstandige as met twee wielen. Het enige dat de twee helften nu verbindt, is een kabel, die zich langzaam afwikkelt als de verkennende as de hindernis nadert tijdens zijn afdaling van de helling. De tweewieler voert deze manoeuvres autonoom uit met behulp van een camera en instrumenten, die ingebouwd werden in de wielnaaf. Zo kan bijvoorbeeld een wetenschappelijk aantrekkelijke locatie bestudeerd worden, die voor klassieke robotwagens ontoegankelijk zou zijn.

Zulk scenario speelde zich in het najaar van 2020 af tijdens een evaluatietest op een rotsachtig terrein in de Mojave-woestijn, toen een klein team van ingenieurs van het Jet Propulsion Laboratory van de NASA in Zuid-Californië de modulaire robotwagen onderworpen aan een serie uitdagingen. “DuAxel presteerde buitengewoon goed in dit gebied bestaande uit grote rotspartijen en grind en demonstreerde

Wens je deze robots op YouTube aan het werk te zien, kan je de beide QR-codes³ één voor één scannen met de camera-app op een smartphone of tablet en vervolgens het filmpje op je toestel bekijken.



www.youtube.com/watch?v=GUNWVroyys4



www.youtube.com/watch?v=Btia7u1Yims

met succes zijn vermogen om een uitdagend terrein te verkennen, voor anker te gaan en vervolgens zijn vastgekoppelde Axlebot-robotwagen af te scheiden”, aldus Issa Nesnas, een robottechnoloog bij de NASA. “Axlebot manoeuvreerde autonoom van steile en rotsachtige hellingen naar beneden en zette zijn instrumenten in zonder nood gehad te hebben aan een robotarm.”

Het idee achter het creëren van twee robotwagens met één enkele as en die gecombineerd kunnen worden tot één voertuig met een centraal laadvermogen, is de veelzijdigheid te maximaliseren. De configuratie met vier wielen leent zich uitstekend tot het afleggen van grote

3. Via de QR-code kan je de robots op YouTube bekijken. QR staat voor ‘Quick Response.’ Deze vierkante patronen met blokjes, worden QR-codes genoemd en bevatten veel gegevens. Wanneer ze gescand wordt, moet de QR-code de gebruiker in staat stellen onmiddellijk toegang te krijgen tot informatie — daarom wordt het een Quick Response-code genoemd. Meestal kom je terecht op een pagina van een website.

afstanden door ruige landschappen, terwijl de tweewielige versie een wendbaarheid biedt die grotere robotwagens niet kunnen leveren.

Voor de installatie van de telescoop op de maan zullen een aantal van deze robotwagens samenwerken om het vangnet voor de schotel naar de juiste plaats in de krater te brengen. De software om deze samenwerking vlot te laten verlopen dient nog ontwikkeld te worden.

Van hetzelfde laken een pak

De maantelescoop zou op een gelijksoortige manier geconstrueerd worden als de Arecibo-telescoop in Puerto Rico, die in december 2020 is ingestort. Na 57 jaar diverse noodsituaties te hebben doorstaan, knakten achtereenvolgens twee kabels, waardoor de bolvormige schotel onherroepelijk in stukken brak. De iconische Arecibo had in de afgelopen decennia belangrijke astronomische ontdekkingen gedaan, waaronder waarnemingen van pulsars en analyses van objecten in de buurt van de aarde, zoals asteroïden en kometen. Met het verlies van dit grootse observatorium ontstaat er misschien een bijkomende nood waarop de maan-

Figuur 6: het Arecibo-observatorium is in een natuurlijke kloof van het terrein ondergedompeld en was 's werelds op een na grootste radiotelescoop. Het instrumentenplatform dat in kabels boven de schotelantenne hing, woog 900 ton. Het stortte eind 2020 neer en brak zo de schotel in stukken.



telescoop een pasklaar antwoord zou kunnen geven.

Beide telescopen maken gebruik van een vaste schotel die een parabolische vorm zal hebben op de maan, terwijl de Arecibo-telescoop bolvormig was. Die sferische vorm maakte het via een ingenieus mechanisme mogelijk om signalen uit verschillende richtingen op te vangen. Omdat de LCRT op zoek gaat naar de microgolf-achtergrondstraling, volstaat het om de radiosignalen afkomstig uit het zenit te observeren. De telescoop zal actief zijn in het golflengtegebied van 10 tot 50 meter, wat overeenkomt met de frequentieband van 6 tot 30 MHz.

Voor de maantelescoop worden de belangrijkste elementen die de stabiliteit van de constructie verzekeren, aangebracht door de krater waarin hij gebouwd zal worden. De overblijvende opstelling bestaat voor het grootste deel uit kabels en vertegenwoordigt dus een beperkte kost en een bescheiden hoeveelheid materiaal. Dit laatste matigt de transportkost, die sowieso hoog blijft wegens de omvang van de schotelantenne en de grote hoeveelheid zonnepanelen en batterijen, nodig om het geheel operationeel te houden tijdens de lange maannachten, die 354 uur of 14,75 aardse dagen duren.

Deze langdurige nachten hebben ook een tweede nadeel tijdens de initiële opbouw. Het team van Bandyopadhyay schat echter dat de DuAxel-robots de installatieklus autonoom zullen kunnen klaren in slechts 10 dagen. Ze zouden dit dus ruim op tijd tot stand kunnen brengen voordat de zon aan die kant van de maan ondergaat en de zowat 15-daagse nacht begint.

Tijdens de eerste fase van het project werden de fundamentele fysica en kosmologie onderzocht, die de hoekstenen vertegenwoordigen van de wetenschappelijke doelstelling van de LCRT. Om de evolutie van het vroege universum

te kunnen begrijpen, werden de technische vereisten opgesteld om de signalen uit het donkere tijdperk van het vroege universum te kunnen waarnemen. Deze dienen gescheiden te worden van de galactische voorgrondruis, die vijf orden van grootte sterker is. Ook werden geschikte maankraters geselecteerd, die de telescoop afschermen van de sterkste storingsbronnen in het galactische centrum.

Tijdens de volgende fase moet duidelijk worden hoe de radiosignalen kunnen gedigitaliseerd worden. In dat proces zullen de meetwaarden diverse bewerkingen moeten ondergaan. Er dient dus een sequentie opgesteld te worden, waarin alle gegevensmutaties dienen uitgevoerd. Om de snelle gegevensstroom te kunnen volgen, wordt er gekozen voor een pijplijn. Dit is elektronica met een analoge werking als een lopende band, waar op iedere positie van de transportbaan een korte bewerking uitgevoerd wordt en aan het einde van het traject de meetgegevens met dezelfde hoge snelheid volledig verwerkt van de band komen. Dit proces zal zorgvuldig gedetailleerd worden en via een computersimulatie zal men nagaan of alle stappen correct en in alle situaties snel genoeg kunnen worden uitgevoerd.

Het constructieplan van de LCRT-reflector zal moeten voldoen aan strenge eisen, aangezien de belangrijkste componentafmetingen zes orden van grootte beslaan. De reflector heeft een diameter van 1 km terwijl de draden van het gaas slechts een diameter van 1 mm hebben. Tijdens fase 1 werd onderzocht hoe het grote vangnet voor de schotel in de maanlander kan opgeborgen en later in de krater kan opgevouwen worden. Alle krachten tijdens en na de installatie op dit netwerk werden samen met de invloed op de reflectie-eigenschappen in kaart gebracht. Op basis van al deze details werden vier mogelijke scenario's opgesteld en nu dient uitgezocht welke optie de beste is op het vlak van risico's en kostprijs. Deze laatste kan afhankelijk van het uiteindelijk gekozen alternatief variëren van 1 tot 5 miljard dollar.

Het project bevindt zich in een vroeg stadium en wordt niet beschouwd als een officiële NASA-missie. Het ruimtevaartagentschap heeft het onderzoeksteam \$500.000 toegekend om het concept verder te ontwikkelen en dit team hoopt dat het werk van fase 2 de weg zal voorbereiden om van de LCRT een echte NASA-missie te maken. ■

Referenties

Saptarshi Bandyopadhyay (7 april 2020) *"Lunar Crater Radio Telescope (LCRT) on the Far-Side of the Moon"*. https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2020_Phase_I_Phase_II/lunar_crater_radio_telescope/ en https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2021_Phase_I/Lunar_Crater_Radio_Telescope/

NASA (1988), *"Future Astronomical Observatories on the Moon"*
https://www.researchgate.net/publication/24317143_Future_Astronomical_Observatories_on_the_Moon


Brian Wang (15 april 2021), *"1000 Meter Wide Lunar Crater Radio Telescope for the Far Side of the Moon"*
<https://www.nextbigfuture.com/2021/04/1000-meter-wide-lunar-crater-radio-telescope-for-the-far-side-of-the-moon.html>

Joseph Guzman (16 april, 2021), *"NASA exploring plan to build telescope on dark side of the moon"*
<https://thehill.com/changing-america/resilience/smart-cities/548681-nasa-exploring-plan-to-build-telescope-on-dark-side>

NASA Jet Propulsion laboratory (13 oktober 2020), *"This Transforming Rover Can Explore the Toughest Terrain"*, <https://www.jpl.nasa.gov/news/this-transforming-rover-can-explore-the-toughest-terrain>

Joseph Silk (3 januari 2018), *"Put telescopes on the far side of the Moon"*
<https://www.nature.com/articles/d41586-017-08941-8>

Urania's radiotelescopen

 Jef Clevers



Een radiotelescoop bouwen is geen simpele onderneming. Daarvoor bestaat geen eenvoudige, duidelijke, handleiding. Er bestaat ook geen radiotelescoop-bouwdoo's en je kunt een radiotelescoop niet kant-en-klaar kopen. Sommige onderdelen die we nodig hadden, zijn in de handel niet te vinden.

Toch heeft de werkgroep Radioastronomie (WGRA) het aangedurfd! Er is veel zelf bedacht, uitgevist, ontwikkeld en gerealiseerd. Voor bepaalde opgaven hebben we gelukkig een beroep kunnen doen op mensen die 'er wat van kennen'. Hieronder volgt een — uiteraard beknopte — kroniek van de voorbije jaren.

VOR JE VERDER LEEST nog een opmerking: zoals elk vakgebied, heeft ook radioastronomie een eigen vaktaal, zeg maar 'jargon'. Soms worden uitdrukkingen of woorden gebruikt die onverstaaanbaar of vreselijk moeilijk lijken. Bij het opmaken van de kroniek komen onvermijdelijk een aantal van die jargon-woorden voor. Laat je niet afschrikken: er is steeds iemand van de WGRA bereid om een leek-vriendelijke uitleg te geven!

Voor een beknopte inleiding en overzicht i.v.m. radioastronomie verwijs ik naar het artikel van Stijn Calders, elders in dit tijdschrift.

Radioastronomie is een zeer jonge wetenschap: nog geen 100 jaar oud... maar heeft heel wat belangrijke informatie verstrekt over wat in de ruimte gebeurt en aanwezig is. Ook bij Urania bestond er geruime tijd belangstelling voor radioastronomie.

In den beginne werden verschillende proefopstellingen uitgewerkt, met de bedoeling ervaring op te doen voor het maken van een radiotelescoop. In 2011 werd de mogelijkheid geboden twee paraboolantennes met bijbehorende draagstructuur te bekomen en dat heeft de zaak getriggerd.

Vooreerst werd nagedacht over wat precies te doen met die twee antennes. Er werd een stappenplan opgemaakt met volgende doelstellingen:

1. een radiotelescoop bouwen voor het ontvangen van de straling van de neutrale waterstofatomen in de ruimte. Die straling heeft de frequentie 1420,406 MHz;
2. op termijn een tweede, identieke radiotelescoop bouwen, zodat in interferometermode kan gewerkt worden. Interferometermode is een middel om met twee antennes een grotere antenne, met een diameter gelijk aan de afstand tussen de twee antennes, te simuleren;

3. met de interferometer andere radiobronnen (bv. quasars) waarnemen en hun coördinaten bepalen. Die waarnemingen dienen dan te gebeuren op 1415 MHz, zodat er geen invloed is van de straling van atomaire waterstof.

Een grotere antenne is interessant omdat die niet alleen zwakkere signalen kan ontvangen, maar ook de mogelijkheid biedt om radiobronnen die dicht bij elkaar liggen beter te onderscheiden. Een grotere antenne heeft immers een beter scheidend vermogen.

De interferometer moet ons in staat stellen radiobronnen te detecteren, lokaliseren en identificeren. Met identificeren wordt bedoeld: de coördinaten van de bron met voldoende nauwkeurigheid bepalen.

Hierna volgt een kroniekoverzicht van de werkzaamheden uitgevoerd in de periode van 2012 tot vandaag.

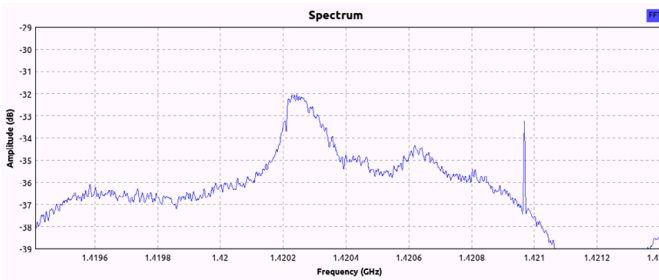
2012

Bij Telenet zijn er twee paraboolantennes die bedankt worden voor bewezen diensten. De WGRA gaat die demonteren en transporteren naar Broechem waar ze opnieuw opgesteld en omgevormd worden tot radiotelescoop. Een goede fundering wordt voorzien, zodat de antennes verankerd zijn en ook bij stormweer blijven staan. De antennes worden gericht naar het zuiden en op een oost-westlijn opgesteld.

2013

In februari start het testen van een aangepaste 'feed'. De feed is de eigenlijke antenne: de parabool vangt het signaal uit de ruimte op en reflecteert het op de feed.

In april wordt de feed geïnstalleerd en getest in de definitieve configuratie. De meetapparatuur toont aan dat er inderdaad een signaal op



First Light (2013)

1420,406 MHz wordt ontvangen... Maar er is verdere fijne afregeling nodig om het antenne-systeem optimaal te maken.

Ondertussen wordt er geëxperimenteerd met een ontvanger: een RTL-SDR dongle, die eigenlijk bedoeld is als radio-/tv-ontvanger voor een pc, maar op de gewenste frequentie kan afgesteld worden. De software daarvoor nodig wordt opgezocht, aangepast en getest.

In augustus is er eindelijk 'first light'. De gehele WGRA-ploeg wacht met spanning tot in de late uurtjes om het resultaat van de passage van Taurus te zien verschijnen op het computerscherm.

2014

Kabelgrachten worden gegraven tussen de antenneposities en de controlekamer. Daarin worden alle signaal-, test-, controle- en voedingskabels ondergebracht.

Performante software voor het reduceren, stockeren en vooral bewerken van data wordt ontwikkeld. Bij doorlopende waarneming wordt per 24 uur nog slechts 705 MB aan data weggeschreven.

De instelling van de antenne-elevatie is nog zeer omslachtig. De draagstructuur was oorspronkelijk bedoeld om de antenne op een geostationaire satelliet te richten en verder niet te wijzigen. Voor onze toepassingen moet de antenne-elevatie minstens één- tot tweemaal per week gewijzigd worden. Daarom besluiten we het bestaande mechanisme te vervangen

door een gemotoriseerd systeem dat ook op afstand kan gestuurd worden. De antenne-elevatie kan nu vlot ingesteld worden tussen 10° en 120° .

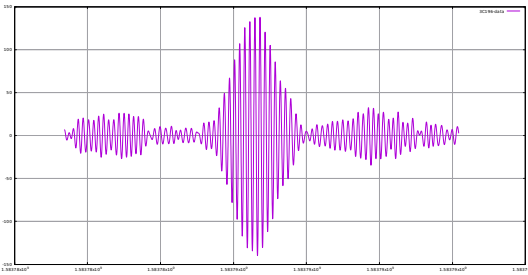
2015

De waarnemingen lopen goed. Ze gebeuren in driftscan-mode: de antennes staan vast opgesteld en de scanning gebeurt op grond van de aardrotatie. Door de elevatie elke dag een stukje hoger te zetten, kan de volledige hemisfeer gescand worden.

Bij lage elevatie blijkt er veel ruis/storing op de data te komen. Oplossing: op de rand van de parabool wordt een afscherming aan-



Graven van de kabelgrachten



Detail fringes

gebracht — mooi te zien op de openingsfoto bij dit artikel — om te vermijden dat grondstraling wordt opgepikt.

2016

De west-antenne wordt in gebruik genomen met elevatie-motorsturing.

Een correlator, die de signalen van de oost- en de west-antenne combineert, wordt ontwikkeld en geïnstalleerd, zodat de antennes in interferometer-mode kunnen gebruikt worden. We ontvangen de eerste ‘fringes’ die een passage van een bron aangeven. Het maximum van de fringes geeft aan wanneer de transitie van de bron plaatsvindt en de frequentie van de fringes is een indicatie voor de declinatie van de bron. Daar de antennes pal zuid gericht zijn, vindt de transitie plaats op het ogenblik dat de lokale sterrentijd gelijk is aan de ra (rechte klimming) van de bron. De amplitude van de fringes is een maat voor de sterkte van de bron.

Software voor het bewerken van de fringes wordt ontwikkeld. De eerste testen worden uitgevoerd op Cassiopeia-A, een zeer sterke bron (~ 1000 Jy)¹. Verdere testen wijzen uit dat zwakkere bronnen tot 2,5 Jy nog kunnen gedetecteerd worden.

Op basis van de bekomen resultaten wordt besloten deel te nemen aan de EUCARA²-con-

ferentie-2016 in Dwingeloo (NL) met een presentatie over de stand van zaken van de Urania Interferometer. De deelname is een succes.

2017

De correcte geografische positie van beide antennes (N.B., O.L. en hoogte) evenals de horizontaliteit van het grondvlak van elke antenne worden door een landmeter nauwkeurig opgemeten.

Voor beide antennes wordt de feed-positie en de feed/choke-instelling geoptimaliseerd, zodat de systeemtemperatuur tot het minimum herleid wordt. Uitgebreide verificaties worden uitgevoerd op Cassiopeia-A, die daarvoor een erkende kalibratiebron is.

Een eerste versie van software om de Melkweg in een ra/dec-coördinatenstelsel te visualiseren wordt uitgetest op de beschikbare data. Die data werden verkregen door drift-scans uit te voeren op elevaties, telkens toenemend met 1° tussen 10° en 96° antenne-elevatie.

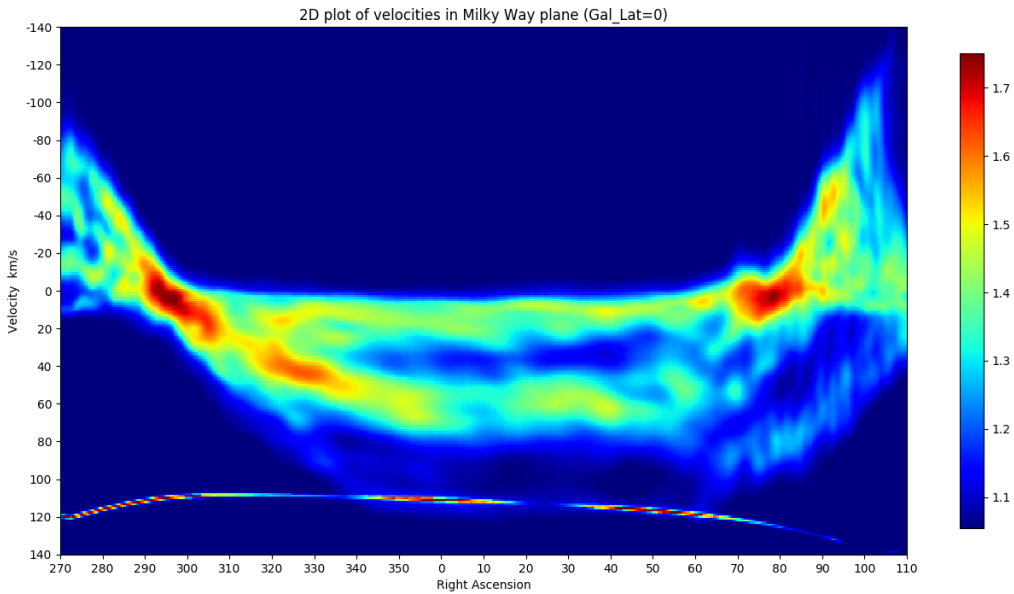
2018

Alles wordt in gereedheid gebracht voor het automatisch scannen van de Melkweg. Dat houdt in dat de antenne volautomatisch de Melkweg volgt, terwijl er continu waarnemingen gedaan worden. Daarvoor dienen een aantal ingrepen te gebeuren op het stuursysteem van de antenne en op de antenne zelf:

- er wordt een specifieke interface gebouwd voor de motorsturing en de controle van de antenne-elevatie.
- de antenne wordt in verschillende stappen beter uitgebalanceerd zodat het stuurmechanisme, en vooral de motor, minder belast wordt.

1. Jy of Jansky = 10^{-26} W/m². Hz

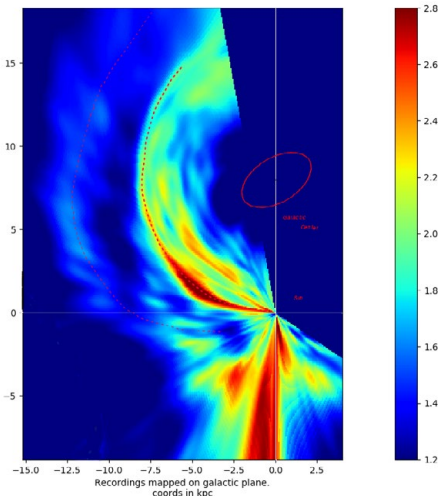
2. EUCARA = European Conference on Amateur Radio Astronomy



Visualiseren van de Melkweg (2017)

Typisch duurt zo'n tracking ongeveer 12 uren, waarna de antenne terugkeert naar een startpositie. Het softwareprogramma genereert om de 10 seconden de juiste elevatie-instelling voor de antenne. Op die manier kan een scan uitgevoerd worden in het galactisch vlak van de Melkweg, maar dat kan evengoed op hogere galactische latitudes.

Uiteraard zijn de waarnemingen beperkt tot het voor ons zichtbare deel van de Melkweg.



2019

Een analyse van de waarnemingen toont aan dat de stabiliteit van de ontvangers (dongles) dient verbeterd te worden. Daarom wordt de interne referentiefrequentie van de dongles vervangen door een uitwendige, zeer stabiele referentie.

De bestaande enkelvoudige correlator levert goede resultaten. Toch is er nood aan een complexe correlator, die bijkomende informatie kan leveren. De ontwikkeling van deze complexe correlator wordt dan ook gestart.

2020

De complexe correlator wordt in dienst genomen. Ondertussen is ook de software aangepast om de bijkomende informatie in de berekeningen mee op te nemen.

De activiteiten worden deels onderbroken door Covid-beperkingen, maar nieuwe worden opgestart:

- de magnetometer: nazicht van bestaande apparatuur, upgrade, eerste testen;
- onweerdetectie: 'work in progress'.

2021

De opeenvolgende periodes van droogte en grote neerslag hebben ons parten gespeeld. De funderingen van de antennes zijn wat verschoven en/of gedraaid, niet veel, maar genoeg om de interferometerwerking flink te beïnvloeden.

Verificatie en afstandsmetingen met een laserstraal en analyse van waarnemingen bij zonnepassages tonen aan dat de antennessposities moeten gecorrigeerd worden: hier wat millimeters opkrikken, daar een aantal honderdsten van een graad draaien. Het heeft heel wat manuren werk gekost om een verificatiemethode te bedenken en uit te voeren. Is er voldoende gecorrigeerd? Dat proberen we uit te vissen aan de hand van waarnemingen en bepaling van coördinaten van bekende, zwakkere radiobronnen.

In de periode 2012–2021 hebben we het volgende gerealiseerd:

- twee radiotelescopen van 3,75 m diameter geplaatst op een oost-westlijn op ~31 m van elkaar;
- de antennes kunnen manueel of automatisch op de gewenste elevatie gezet of geprogrammeerd continu gestuurd worden over meerdere uren voor verschillende dagen;
- ontvangstapparatuur voor 1420,406 MHz voor waarnemingen in verband met atomaire waterstof;
- de twee radiotelescopen kunnen in interferometer-mode gebruikt worden;

- een enkelvoudige en een complexe correlator werden ontwikkeld en in gebruik genomen;
- met de interferometer worden waarnemingen gedaan op 1415 MHz, zodat er allerhande radiobronnen kunnen waargenomen worden, zonder hinder van de waterstof-frequentie (die radiobronnen bevinden zich op zeer grote afstand, tot >500 miljoen lichtjaren ver — we weten dus niet of ze er nu nog wel zijn...);
- een heel pak software voor data processing;
- magnetometer: was geïnstalleerd op het fort van Lier, maar geraakte buiten gebruik. Nu wordt een verbeterde versie uitgete probeerd en als proef opgesteld op onze waarnemingssite in Broechem. De eerste resultaten zijn bemoedigend, maar nog veel werk moet gebeuren alvorens we tot relevante resultaten kunnen komen.

Wat we met de WGRA gerealiseerd hebben is uniek... Radioastronomie is een boeiende bezigheid. Je hoeft niet per se een specialist te zijn in radiotechniek of software om je ervoor te interesseren.

Ben je benieuwd, geïntrigeerd of gefascineerd door radioastronomie of heb je gewoon vragen: neem dan gerust contact op met de WGRA via info@urania.be! Wij beantwoorden met plezier al je vragen! Een alternatief is: kom ons opzoeken op Urania, wij zijn er praktisch elke dinsdagavond vanaf 20.15 uur in de Astrobar (nu het weer mag!) ■

Meer informatie over de WGRA-activiteit is te vinden op de website van Urania:

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/radioastronomie/>

Klik op 'Meer info over de realisaties van de werkgroep radioastronomie' en kies 'Presentatie opbouw'. Die presentatie geeft een goed overzicht van wat de Werkgroep Radioastronomie doet.

Een telescoop in de ruimte

 Koen Geukens

WELKE AMATEURASTRONOOM HEEFT niet zitten vloeken omdat het alweer bewolkt was? Hoe vaak niet moet je als sterrenkundige 's avonds beseffen dat het voorspelde 'helder' weer niet altijd hetzelfde is als dat van een meteoroloog? Dat de aardse atmosfeer strikt noodzakelijk is voor elke vorm van leven, neemt niet weg dat een amateurastronoom er een grondige hekel kan aan hebben...

Maar die atmosfeer is niet alleen iets dat (visueel) waarnemen soms in de weg staat. De mens maakt het storende effect van die atmosfeer alleen maar erger met luchtvervuiling en lichthinder. En dan is er uiteraard nog het feit dat de aardse dampkring niet alle straling doorlaat — gelukkig voor het leven op onze planeet, maar het geeft de sterrenkundige een o zo beperkt zicht... Wat als we konden waarnemen zonder die storende factor?

De voorlopers

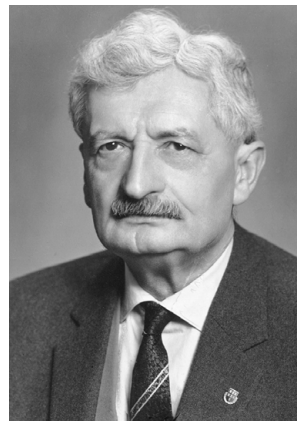
Dat moet ook ruimtevaartpionier Hermann Oberth gedacht hebben. Hij beschreef in 1923 al de voordelen van een telescoop in de ruimte ten opzichte van een op de grond. In 1946 besprak Lyman Spitzer eveneens de voordelen van het waarnemen vanuit de ruimte en beschreef het idee om een grote ruimtetelescoop te realiseren.

De eerste satelliet werd pas op 4 oktober 1957 gelanceerd, maar al veel eerder probeerde men de beperkingen van de atmosfeer te omzeilen. Naar verluidt kon in 1874 de sterrenkundige Jules Janssen (van het observatorium

van Meudon nabij Parijs) al een spectroscop (met twee begeleiders) met behulp van een ballon de hoogte in sturen om het spectrum van de zon te meten. Zo probeerde hij aan te tonen dat de atmosfeer van de aarde verantwoordelijk was voor de absorptielijnen in het zonnespectrum. Later zouden nog meer ballonnen volgen, ook onbemande om op nog grotere hoogte waarnemingen te doen.

Vliegtuigen vormden een minder stabiele omgeving om waarnemingen te verrichten, al zou men in 1957 de zon geobserveerd hebben vanuit een Britse Canberra-bommenwerper. Later volgden nog vluchten met de Concorde om in de jaren '70 zonsverduisteringen waar te nemen. En er was natuurlijk SOFIA (*Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy*), maar toen waren er uiteraard al astronomische satellieten.

Ballonnen en vliegtuigen zijn leuk maar gaan niet hoog genoeg om het hele spectrum van elektromagnetische straling te observeren. Een raket kan dat wel en het mag dan ook



Hermann Oberth beschreef in 1923 al de voordelen van een telescoop in een baan om de aarde

niet verwonderen dat in juni 1946 een eerste poging gedaan werd om met een aangepaste V2 en een ultraviolet-spectrograaf waarnemingen te doen. Helaas, de V2 stortte te pletter en de waarnemingen gingen verloren. Terloops, het ging hier om V2-raketten, door de Amerikanen buitgemaakt op het einde van de Tweede Wereldoorlog. In de jaren die volgden kende men meer succes en slaagde men erin met allerlei sondeerraketten tijdens suborbitale vluchten straling te detecteren, wat vanop aarde niet mogelijk was. Zo werden bijvoorbeeld de eerste X-stralen van de zon gemeten. Maar met de komst van de grotere raketten en de eerste satellieten verdween het belang van dit soort vluchten.

De eerste observatoria in een baan om de aarde

Het mag wellicht niemand verbazen dat de eerste telescopen in een baan om de aarde niet werkzaam waren in het voor ons zichtbare gedeelte van het spectrum. En dat je het begrip 'telescoop' zeer breed mag nemen. Zo lanceerden de Russen in 1965 twee *Proton*-kunstmanen. Deze konden gammastralen detecteren, alsook kosmische straling.

Vaak wordt OAO-2 (Stargazer) als de eerste succesvolle ruimtetelescoop opgegeven. OAO staat voor *Orbiting Astronomical Observatory*. Deze satelliet werd gelanceerd in december 1968. OAO deed waarnemingen in het ultraviolet. Er was eerder al een OAO-1 geweest, maar dat ding heeft nooit gewerkt. De derde raakte nooit in een baan om de aarde, maar OAO-3 (de vierde dus) werd wel een succes. Het OAO-project stond onder leiding van Nancy Grace Roman, een naam die we later in dit artikel nog gaan tegenkomen.

In het lijstje van UV-telescopen vinden we o.a. ook de *Astronomical Netherlands Satellite*



SOFIA is een vliegende telescoop

(ook werkzaam in het X-stralengebied. Gelanceerd in 1974, werd ANS de eerste Nederlandse satelliet. Nadien kwamen nog bijvoorbeeld de *International Ultraviolet Explorer* (IUE), werkzaam van 1978 tot 1996, en de *Extreme Ultraviolet Explorer* (EUVE), actief van 1992 tot begin 2001.

Beginnen we met de hoogenergetische gammastraling, dan vermelden we al de Proton-kunstmanen. In dat lijstje van observatoria moeten we zeker COS-B vermelden, de eerste Europese wetenschappelijke satelliet. COS-B — gelanceerd in 1975 door een Amerikaanse raket — werd ontwikkeld door ESRO, de European Space Research Organization, maar wordt beschouwd als de eerste satelliet van het



Het backup-exemplaar van ANS, de eerste Nederlandse satelliet, een X-stralentelescoop



Een artistieke weergave van de Europese XMM

in dat jaar opgerichte Europese ruimtevaart-agentschap. ESA was een samensmelten van ESRO en ELDO (een Europese organisatie voor de ontwikkeling van een Europese draagraket). De oudste nog werkzame gammastralentelescoop is de Europese INTEGRAL (*INTERNational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory*), gelanceerd in 2002.

Ook de Europese XMM-Newton (*X-ray Multi-Mirror Mission*) (voor X-stralen dus), gelanceerd in 1999, is nog steeds actief. De eerste X-stralentelescoop was *Uhuru*, gelanceerd in 1970 vanuit Kenya (*Uhuru* is Swahili voor ‘vrede’).

UV werd reeds vermeld en dus komen we terecht bij telescopen in het (voor ons) zichtbare licht, een type waar de doorsnee sterrenkundige meer mee vertrouwd is. En enerzijds is het misschien verbazingwekkend dat de Hubble Space Telescope de eerste telescoop op dat vlak in de ruimte is. Nu ja, een ruimtetelescoopje met een spiegel van 50 cm is in het zichtbare licht wellicht de investering niet waard. Anderzijds vernoemt men onder dit soort observatoria ook andere waarnemings satellieten, zoals bijvoorbeeld de Europese *Hipparcos* en *Gaia*. Op die manier is *Hipparcos* de eerste in de reeks ruimteobservatoria in het zichtbare

licht. *Gaia* — de opvolger van *Hipparcos* — is nog steeds actief en meet met grote nauwkeurigheid de posities van sterren. Ook een aantal exoplanetenzoekers zijn het vermelden waard, zoals bijvoorbeeld NASA’s *TESS* (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*) en ESA’s *CHEOPS* (*CHAracterising ExOPlanets Satellite*).

Zo komen we bij de langere golflengten, te beginnen in het infrarood. *IRAS* (*InfraRed Astronomical Satellite*) was de eerste die de IR-hemel in kaart bracht. Ook Nederland werkte uitgebreid mee aan deze kunstmaan. Sommige observatoria waren in meerdere golflengtegebieden werkzaam, zoals de Hubble Space Telescope met het *NICMOS*-instrument (*Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer*).

In het gebied van de microgolven komen we ook een aantal bekende exemplaren tegen, zoals *COBE* (*COsmic Background Explorer*), *WMAP* (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) en *Planck*, die de kosmische achtergrondstraling in kaart brachten.

Ten slotte komen we bij de radiostraling. Veel kunstmannen in dit deel van het spectrum zijn er niet. De Russische *Spektr-R* was de grootste, met een diameter van 10 meter. De satelliet werd ook gebruikt samen met aardse radiotelescopen om zo aan interferometrie te doen met een basislijn van 350.000 km. Dat werd dus wel echt ‘Very Long Baseline Interferometry’.

NASA’s Grote Observatoria

Het concept van het ‘Great Observatories’-programma van de NASA kwam midden jaren ’80 tot stand. Het ging om vier grote ruimtetelescopen die elk een ander deel van het spectrum zouden bekijken. Om de vier niet als concurrenten tegen elkaar te laten opboksen, werden ze samen voorgesteld, ook al was er al (veel) eerder aan elk van de telescopen gewerkt.

De oudste van de vier is de al vermelde *Hubble Space Telescope* (HST). Deze is wellicht ook de bekendste van de vier. Hij is gelanceerd op 24 april 1990 en nog altijd actief. Met de regelmaat van de klok vind je op de Hubble-site nieuwe, schitterende opnamen. Dat de HST nog steeds in bedrijf is, heeft de telescoop in grote mate te danken aan de Space Shuttle. De telescoop was immers zo gebouwd, dat de wetenschappelijke instrumenten alsook allerlei subsystemen konden vervangen worden. Een geluk bij een ongeluk, want kort na de lancering bleek dat de 2,4 meter grote hoofdspiegel een fout vertoonde. Een fout die kon gecorrigeerd worden door een set extra lenzen toe te voegen tijdens de eerste Hubble Servicing Mission. Van die vluchten zijn er in totaal vijf geweest, de laatste in mei 2009. De andere 'Great Observatories' waren niet voorzien om door de Space Shuttle bezocht te worden.

De tweede was het *Compton Gamma Ray Observatory*. Het werk aan de telescoop startte in 1977 en hij werd uiteindelijk gelanceerd op 5 april 1991. Het CGRO nam naast gamma- ook X-straling waar. De telescoop werd negen jaar later op 4 juni 2000 de atmosfeer in gestuurd: één van de drie gyroscoepen had het begeven. In principe had de NASA het instrument nog kunnen blijven gebruiken, maar mocht er nog een gyroscoop zijn uitgevallen, zou het heel wat moeilijker geweest zijn om de telescoop nog gecontroleerd in de dampkring te sturen.

De derde is de 'Chandra': *Chandra X-ray Observatory*, gelanceerd op 23 juli 1999, die eerder bekend stond als AXAF (*Advanced X-ray Astrophysics Facility*). Deze voortreffelijke en succesvolle X-stralentelescoop is nog steeds actief.

Het vierde en laatste observatorium was de *Spitzer Space Telescope*, gelanceerd op 25 augustus 2003. Deze ging eerder door het leven



Een schaalmodel van de Hubble Space Telescope is te vinden in het planetarium van Urania

als de *Space InfraRed Telescope Facility* (SIRTF). De telescoop werd in 2020 uit dienst genomen. Eerder al, in mei 2009, werd zijn waarnemingsbereik beperkt. Om waarnemingen in het verre infrarood mogelijk te maken, moest de telescoop gekoeld worden. Dat gebeurt met vloeibaar helium. Maar dat helium raakt na een tijd op. Die laatste tien jaar staan dan ook bekend als de 'Spitzer Warm Mission'. Het is een euvel dat uiteraard voor alle infraroodtelescopen geldt: zonder koeling zou de eigen warmte het infrarode licht van het waargenomen object overstralen. De levensduur van zulk een infraroodtelescoop in een baan om de aarde wordt dan ook bepaald door de hoeveelheid helium aan boord.

JWST en Roman Grace Observatory

Ondertussen is het wachten op de *James Webb Space Telescope* (JWST). Vaak wordt deze gigant aangekondigd als de opvolger van de Hubble Space Telescope, maar het gaat eerder om een aanvulling. De JWST zal met zijn 6,5 meter

diameter-spiegel veel dieper in het infrarood waarnemen en daardoor (denk aan de roodverschuiving) verder in het verleden kunnen kijken. Om de telescoop koud te houden, wordt er geen helium gebruikt. Hij wordt nl. in het tweede Lagrangepunt geplaatst (vanuit de zon gezien ligt dat punt achter de aarde) en met een scherm worden het licht en de warmte van de zon en de aarde afgeblokt, waardoor JWST koud genoeg blijft (kouder dan $-223,2^{\circ}\text{C}$). Dat scherm bestaat uit vijf lagen, elk dunner dan een menselijk haar.

Oorspronkelijk moest de telescoop gelanceerd worden in 2007, maar ondertussen staat de JWST nog steeds op de grond. Het leek erop dat het ding in oktober van dit jaar zou kunnen vertrekken, maar er doken problemen op met de neuskegel van de Ariane V, de raket die de JWST moet lanceren.

Er wordt nog aan een andere grote telescoop gewerkt, de *Nancy Grace Roman Space Telescope*, die eerder door het leven ging als de *Wide-Field Infrared Survey Telescope* of WFIRST. Deze telescoop heeft een spiegel met dezelfde diameter als die van de HST maar met een beeldveld dat 100 keer groter is. De Roman Space Telescope zou o.a. gebruikt worden om een aantal vragen over donkere energie te beantwoorden. Met een speciale coronagraaf zou men ook in staat moeten zijn om exoplaneten rechtstreeks te fotograferen. De lancering is nu voorzien voor 2025 en de telescoop zou ook nabij het tweede Lagrangepunt geïnstalleerd worden.

O ja, wie is Nancy Grace Roman? Wel, zij wordt beschouwd als de ‘mother of Hubble’. Niet van Edwin Hubble, de sterrenkundige, maar van de Hubble Space Telescope (waarvan de naam wel verwijst naar Edwin Hubble die samen met Lemaître de grondlegger is van de Big Bang-theorie).

En België?

Wel, er is natuurlijk PROBA 2, de ‘kleine’ satelliet die in november 2009 gelanceerd werd en gebruikt wordt door de Koninklijke Sterrenwacht van België om de zon te observeren. De levensduur van de satelliet werd op twee jaar geschat, maar hij is momenteel nog steeds actief.

En KU Leuven werkt mee aan CUBESPEC (*Low-Cost Space-Based Astronomical SPECTroscopy*). Het gaat om een 6U cubesat met een (kleine) Cassegrain-telescoop. Een cubesat is een kubusvormig satellietje met een zijde van 10 cm. CUBESPEC is dus een combinatie van zes dergelijke kubusjes. Men mikt momenteel op een lancering in 2023 om het concept te demonstreren. Er is een noodzaak om continue en ononderbroken specifieke bronnen vanuit de ruimte voor weken tot maanden spectraal op te volgen. Wat niet kan met grotere telescopsatellieten. De oplossing zijn deze ‘goedkope’ en relatief eenvoudige CUBESPECS die gebruikt kunnen worden voor spectroscopie in het nabije UV, in het optische gebied en het nabije infrarood.

Tot slot

Uiteraard zijn er nog platformen in de ruimte die gebruikt werden voor sterrenkundige waarnemingen. Denk aan het begin van de jaren '70 met de zonnetlescopen van Skylab, of aan de vele interplanetaire sondes die alle acht planeten in het zonnestelsel in beeld brachten en detailopnames leverden van kometen en planetoiden en zelfs van verre wonderlijke werelden zoals Pluto en Arrokoth.

Laat al die machtige foto's en waarnemingen een inspiratiebron zijn om zelf met een telescoop — hoe groot of hoe klein ook — dat wonderbaarlijke universum te ontdekken! ■



Dominicaanse Republiek

Een telescoop voor kinderen met een beperking

Sterren schitteren voor iedereen

 Jean-Pierre Grootaerd

Naast Urania zijn er in Vlaanderen nog vijf andere volkssterrenwachten, die ook wel een en ander te vertellen hebben over telescopen! Zo zijn onze collega's van de Volkssterrenwacht Armand Pien in Gent de trotse hoeders van de Van Monckhoven-telescoop! Maar daarover zullen we het hier niet hebben — voor een beknopte geschiedenis van dit prachtige instrument verwijzen we naar de website van de Universiteit Gent: <https://www.ugentmemorie.be/artikel/volkssterrenwacht-armand-pien>.

We maken hier graag plaats voor een gastbijdrage van Jean-Pierre Grootaerd. Voor vele kijkerbouwers bij Urania is hij geen onbekende! Maar Jean-Pierre is in kringen van de Vlaamse sterrenkunde-amateurs — en ver daarbuiten — inmiddels beroemd omwille van het project 'Sterren schitteren voor iedereen', waarvan hij de oprichter en bezieler is. We geven hem hier het woord!

BIJ KIJKERBOUW VSRUG (Volkssterrenwacht Armand Pien) begeleiden wij sinds 2009 middelbare scholieren bij hun eindwerk 'Bouw je eigen telescoop'. En dan hebben we het over een Newton-telescoop op Dobsonmontering. Best wel intensief eigenlijk. Ik kreeg dit idee door het lezen van een stukje in *Thieme's Sterrenboek*, met als auteur Bruno Ernst. Daarin stond beschreven hoe je een telescoop maakt. Twee types: Kuttertele-

scoop en Newtontelescoop. We hebben ervaring met beide types, maar voor een newbie is een simpele Newton toch iets eenvoudiger op het stuk van zowel maken als gebruiken.

De schrijver van het boek ontmoette ik in 2014. De man was toen al 88 jaar jong. En daar ontstond de idee zoals in de titel beschreven... Net als Bruno Ernst in zijn tijd les gaf aan leerlingen en hen (en hun ouders, broers, ooms,) leerde een spiegel te slijpen en telescopen te

maken, kwam ook ikzelf zowat uitsluitend in contact met jonge mensen die zowel de fysieke als de mentale capaciteiten bezaten om deze technieken tot een goed eind te brengen. Maar... er zijn veel jongeren die dit, omwille van een beperking (die heel divers kan zijn), eenvoudig niet of enkel mits zeer doorgedreven begeleiding aankunnen. Een aantal van hen komt ook zelden of nooit bij een sterrenwacht terecht — ook weer om zeer diverse redenen.

Een telescoop? Ja! Maar welke dan?

Spiegelslijpen kon uiteraard, als je het heel eenvoudig houdt, en met hulp. Eén keer deden we dit in Duitsland voor kinderen met een mentale beperking. En geloof me: die mensen hebben veel in hun mars! Het smaakte naar meer. Alleen kan je dat enkel heel kleinschalig doen: je bereikt een erg klein publiek. Mijn persoonlijk doel was net zoveel mogelijk mensen door een telescoop te laten kijken... Kon dit dan niet op een sterrenwacht? Toch wel, maar ook niet massaal en niet intensief begeleid.

En zo was het idee geboren: *‘geef elk kind waar dan ook ter wereld de kans de sterrenhemel te ontdekken met behulp van een telescoop’*.

Ik wou het in de eerste plaats voor België, Nederland en Duitsland: daar lagen op dat moment mijn contacten. Cruciale vragen: welke telescoop? En hoeveel mag het kosten? Telescoopbouw... dat zat er niet echt in wegens voornoemde redenen. Maar daar kwam Harrie Rutten ter hulp! De CEO van Bresser (Duitsland) behoorde tot zijn vriendenkring. ‘Of hij misschien aan lenzen kon geraken? Kijkerbouw VSRUG kon bekijken of daar een telescoop kon worden mee gebouwd’.

Het antwoord werd: ‘Neen, maar je kan wél telescopen krijgen van mij’. Met de nadruk op ‘krijgen’, gratis dus. We schrijven voorjaar 2015, en anno 2021 bezitten we intussen 300 stuks!

Bresser Messier 80/900 refractor

Dit was uiteindelijk de telescoop die we in handen kregen. Met zenitprisma, oculairs en zonnfilter. School is overdag, en de zon is onze meest nabije ster. Onze Kijkerbouwgroep ontwierp een eenvoudige montering, die na verloop van tijd werd aangepast en geoptimaliseerd. Eenvoudig en robuust was het motto. En er hoorden ook een boekenpakket en posters bij, alles geschonken door mensen die het goed voorhadden met het project, dat de naam ‘Sterren Schitteren Voor Iedereen’ kreeg. Er werden ook fondsen verzameld om materiaal aan te kopen: hout, metaal enz. Daarbij kwamen nog de verzendingskosten. De bedoeling was dat het voor de kinderen gratis zou zijn. Enkel scholen en/of groepen. Niet individueel. En er moest ook nog eens begeleiding worden voorzien, want wat ben je met een telescoop zonder dat iemand ermee kan werken? Het was onontgonnen terrein, zo eenvoudig was dat allemaal niet.

UNAWE en IAU

Of hoe een dubbeltje rollen kan... Om een project naambekendheid te geven (wat cruciaal is), moet je mensen hebben die dit onvoorwaardelijk steunen. Dirk Frimout werd peter van ssvi en Frank De Winne van ‘Science For Girls’. Dat laatste is eigenlijk een afgeleide van ‘Sterren Schitteren Voor Iedereen’, maar dan specifiek voor landen waar degelijk onderwijs voor meisjes niet zo evident is. De lezer kan voor zichzelf wel min of meer landen opsommen waar bv. terreurgroepen de plak zwaaien.

Om de slogan ‘Geef elk kind waar dan ook ter wereld de kans de sterrenhemel te ontdekken met behulp van een telescoop’ waar te maken, moet je dus internationaal gaan. En een eerste stap kwam er door contact met prof. George Miley, stichter van Universe

Celebrate the
50th Anniversary
of the First Human
Moon Landing!
1969 - 2019
MoonLanding50.org



Panama



Vietnam



Azerbeidzjan



Madagaskar



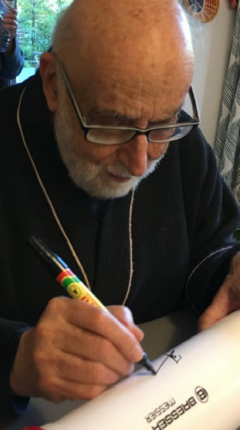
Libië



Oeganda



Tunesië



Links: François Englert. Midden: astronaut Claude Nicollier en Nobelprijswinnaars Michel Mayor en Didier Queloz. Rechts: SSVI-bezieler Jean-Pierre Grootaerd en Apollo 16-astronaut Charlie Duke.

Awareness (UNAWA). Deze stichting heeft tot doel onderwijs aan te bieden aan kinderen die leven in landen in ontwikkeling. Want... kinderen met een beperking: wie weinig kansen heeft, zit effectief met een beperking! En als je beide initiatieven samenlegt, heb je plots een heel sterk project: UNAWA had de kennis en samen met IAU de mensen die aan begeleiding konden doen, maar niet de hardware, de telescopen zeg maar. SSVI had de telescopen, maar niet de mensen die aan educatie konden doen. Toch niet blijvend. De allereerste internationale wedstrijd werd een feit in 2016. Groepen konden een voorstel indienen hoe ze de telescoop, eens in hun bezit, konden inzetten voor het doelpubliek van SSVI: kinderen met een beperking, kinderen in moeilijk te bereiken gebieden, kinderen in ontwikkelingsgebieden, kinderen in moeilijke leefomstandigheden 'waar ook ter wereld'. Verzending van de telescopen (peperduur...) nam de Universiteit Leiden op zich. Nog steeds trouwens.

Gesigneerde telescopen

Al heel vroeg na de start kreeg ik het idee om alle telescopen te laten signeren. Er waren onze eigen weermensen, onze beide astronauten en voor Nederland ook André Kuipers, Govert Schilling, Bruno Ernst en Kees de Jager (onlangs overleden op honderdjarige leeftijd). En daar Frank De Winne aan het hoofd staat van

het opleidingscentrum voor astronauten (EAC) in Keulen was het ook relatief eenvoudig om de handtekeningen van heel wat ESA-astronauten op deze telescopen (die intussen iets groter waren geworden, 90/900) te laten plaatsen. De allereerste buitenlandse astronaut die signeerde was trouwens een maanwandelaar: Charlie Duke (Apollo 16).

Tot dusver (we schrijven intussen 2021) signeerden in totaal 28 astronauten (Europese, Japanse, Amerikaanse), zes Nobelprijswinnaars, en tal van wetenschappers onder wie Ewine van Dishoeck (pres. IAU), Debra Elmegreen (pres. Elect IAU), Guy Consolmagno (Vatican Observatory) en vele anderen. Het gaat trouwens niet om die handtekeningen, maar wel om de morele steun van deze mensen. Zeker voor de ontvangers van de telescopen is dit van belang: meteen een onderwerp van gesprek; wie is wie... Educatie is alles!

Belangrijke samenwerkingen

Hierbij kwam SSVI op kruissnelheid. Anno 2019 werd de 100ste verjaardag gevierd van de Internationale Astronomische Unie, was het 50 jaar geleden dat de eerste mens voet zette op de maan, werd voor het eerst een evenement (Frans initiatief) 'On The Moon Again' gehouden en zag het online maandblad *L'Astronomie Afrique* het levenslicht. SSVI werd een niet onbelangrijke partner bij deze vier. Wereldwijd

werden wedstrijden georganiseerd waarbij gesigneerde ssvi-telescopen konden worden gewonnen. Steeds volgens het beproefde concept: enkel door groepen en met een goed uitgestippeld concept in de geest van waarvoor ssvi werd opgestart. Met dergelijke grote organisaties als steunpilaar heb je meteen ook een controleapparaat. 50 telescopen gingen in 2019 de wereld rond. Tijdens de viering in Brussel van IAU100 was ssvi heel goed vertegenwoordigd!

IAU Office For Astronomy Outreach

Na het feestgedruis van 2019 kwam er het voorstel van Office for Astronomy Outreach met kantoor in Mitaka (Japan) voor een doorgedreven samenwerking. Het initiatief 'Telescopes For All' was geboren. De eerste wedstrijd kwam er in maart 2020. En toen kwam de pandemie... Fysiek samenkomen kon wereldwijd niet meer, waarneemavonden al helemaal niet. Dus moest alweer een aanpassing gebeuren. Of Bresser ook webcams kon leveren? Zowat in alle landen was hardware voorzien door de NOC's van IAU (National Outreach Coordinators). Dat kon en voor een heel schappelijke prijs konden we die aankopen. Dit lukte met de hulp van mensen van o.a. de vvs, particulieren en ook scholen die centen inzamelden. Heel kort daarop werden ook die

camera's door Bresser geschonken, waardoor nu en in 2022 elke ssvi-telescoop een kleine astro-webcam meekrijgt. Want we gaan door! Waar ssvi relatief klein begon, is het project dankzij de hulp van heel veel mensen uitgegroeid tot misschien wel één van de belangrijkste Astronomy Outreach programma's ter wereld op dit moment. Zonder firma's als Bresser, Rob Walrecht Productions, Planetarium België, Koninklijke Sterrenwacht, Astromarket, zonder IAU, zonder de hulp van Universiteit Leiden en niet te vergeten de vrijwilligers bij onze werkgroep die minimaal 60 monteringen per jaar afwerken, zou dit nooit mogelijk zijn. In Nederland is er zelfs Erik Dijk die tweedehands Skylux-telescopen opkoopt, die hij schenkt aan ssvi. Deze telescopen verloten we dan weer via een kleur-, schilder- en tekenwedstrijd, dit jaar georganiseerd samen met OAO. En ook deze telescopen worden vergezeld van een camera, zonnfilter, oculairs en educatief materiaal. Dat laatste geschonken door Rob Walrecht. Het gaat om duizenden items. ■

Jean-Pierre Grootaerd

Vrijwillig medewerker Universiteit Gent vakgroep Fysica en Sterrenkunde • Vrijwillig medewerker Volkssterrenwacht Armand Pien • Founder project SSVI • Space Teacher Eurospace Society



ssvi is (mei 2021) aanwezig in 116 landen, verspreid over alle continenten, waaronder 25 landen in Afrika alleen al. Het is de bedoeling dat de komende twee jaar telkens 30 telescopen de wereld rond gaan. Op onze website www.ssvi.be is alle info terug te vinden.

Uw steun is welkom op rekeningnummer BE857360 1280 7906, bic code KREDBEBB t.n.v. Volkssterrenwacht Armand Pien, Rozier 44, 9000 Gent. Wie 130 euro overmaakt komt met zijn naam op de lijst van schenkers op de IAU-pagina bij de bekendmaking waar de telescopen naartoe gaan.

TOEMAATJE

Het is onmogelijk om op 64 bladzijden 'alles' te vertellen over telescopen. Dat was ook niet de bedoeling van deze zomersterrenwachter. We hopen wel je wat aangename zomerlectuur te hebben bezorgd en je nieuwsgierigheid te hebben geprikkeld om meer te weten te komen over sterrenkijkers en vooral, welke mogelijkheden er bij Urania zijn om zelf aan de slag te gaan. Als waarnermer, fotograaf, vrijwilliger, zelfbouwer of zelfs radio-astronoom! We geven je hieronder nog graag wat extra aanknopingspunten!

Urania bibliotheek

Meer lezen over telescopen? Ga eens grasduinen in onze bibliotheek! Er is een hele 'afdeling' gewijd aan instrumenten allerhande!

Rubrieken

210 – Observatoria

220 – Telescopen en binoculair

221 – Professionele telescopen

222 – Amateurtelescopen

223 – Zelfbouw van telescopen

224 – Radiotelescopen

225 – Ruimtetelescopen

Verborgen schatten op de Urania website!



Ga zeker eens rondneuzen in de bestanden van de WGAS-pagina: van heel veel voordrachten die de voorbije jaren de revue passeerden, is de presentatie nog steeds beschikbaar!

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/algemene-sterrenkunde/bestanden>

Werkgroepen

WGAS (Werkgroep Algemene Sterrenkunde)

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/Algemene-Sterrenkunde>



Astrofotografie

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/Astrofotografie>

Kijkerbouw

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/Kijkerbouw>



Radioastronomie

<https://www.urania.be/community/werkgroepen/radioastronomie>

Astroshop

Telescoop, verrekijker of accessoires kopen? Slechts 1 adres: de Urania Astroshop! De fysieke winkel vind je in het Urania Onthaal, de online shop is 24/7 geopend! Leden krijgen 5% korting op optiek! • <http://astroshopurania.be/>



Info van de Vlaamse volkssterrenwachten

De zes Vlaamse volkssterrenwachten bieden een waaier aan lezingen, cursussen, workshops, waarnemingsavonden en andere activiteiten aan. Onderstaande opsomming geeft een beknopt overzicht van de activiteiten voor individuele bezoekers en families. Kijk op de websites voor het volledige aanbod en voor de verschillende formules voor groepsbezoeken!

UGent Volkssterrenwacht Armand Pien

Rozier 44, 9000 Gent – tel. 09 264 36 74 – www.armandpien.be – info@armandpien.be

Elke woensdagavond vanaf 20 uur is volkssterrenwacht Armand Pien open voor het publiek. Geen reservatie nodig. Gratis toegang! Bij helder weer kan je door telescopen naar de sterren en planeten kijken. Bovendien kan je het weerstation bezoeken, de historische telescoop bewonderen, genieten van een mooi zicht op Gent vanaf het dakterras, en nog veel meer. Elke woensdagavond zijn er ook twee 3D-voorstellingen: om 20.30 uur en 21.30 uur.



AstroLAB IRIS

Verbrandemolenstraat 5, 8902 Zillebeke (Ieper) – tel. 057 21 87 87 – www.astrolab.be – info@astrolab.be

Elke zondag van 14.30 uur tot 17.30 uur is AstroLAB IRIS open voor het publiek. De toegang is gratis en bij mooi weer kan de zon waargenomen worden door de telescopen. Tijdens de donkere maanden (oktober tot en met maart) is er elke eerste vrijdag van de maand een waarnemingsavond. Inschrijven is niet nodig, iedereen is welkom vanaf 20.00 uur.



Cozmix (Volkssterrenwacht Beisbroek)

Zeeweg 96, 8200 Brugge – tel. 050 39 05 66 – www.cozmix.be – info@beisbroek.be

Vaste planetariumvoorstellingen zijn er op woensdag en zondag om 15.00 en 16.30 uur en op vrijdag om 20.30 uur. Extra voorstellingen tijdens de schoolvakanties op maandag, dinsdag, donderdag en vrijdag, telkens om 15.00 en 16.30 uur. Vrijdagavond vanaf 20.00 uur: gratis toegang tot de telescopen tot 22.00 uur (niet van 15 mei tot 15 augustus).



Cosmodrome Kattevennen

Planetariumweg 18-19, 3600 Genk – tel. 089 65 55 55 – www.kattevennen.be – clearing.kattevennen@genk.be

De fulldomezaal van de Cosmodrome heeft een 360° projectiesysteem. Er zijn voorstellingen op woensdag en zondag. Aansluitend breng je een bezoek aan het observatorium. Bij mooi weer kan je de zon waarnemen. Van eind november tot en met maart is er elke zaterdag – maar enkel bij helder weer – om 20.00 uur een gratis waarnemingsavond.



Volkssterrenwacht Mira

Abdijsstraat 22, 1850 Grimbergen – tel. 02 269 12 80 – www.mira.be – info@mira.be

Twee maal per maand Astroclub op vrijdagavond. Iedere tweede vrijdag van de maand is er een multimedievoorstelling voor gezinnen met kinderen. Iedere laatste vrijdag van de maand is er een wetenschappelijke lezing. In beide gevallen kan je nadien ook de tentoonstelling en het waarnemingsterras bezoeken. Elke woensdag- en zondagnamiddag, van 14.00 tot 18.00 uur, is de sterrenwacht open voor individuele bezoekers.



De start van een schitterende hobby ...



**Astro
shop**
Urania

ASTROSHOPURANIA.BE

TELESCOPEN • VERREKIJKERS • ACCESSOIRES
BOEKEN • WEERSTATIONS • SPEELGOED • GLOBES

+32.475.29.11.31 info@astroshopurania.be