

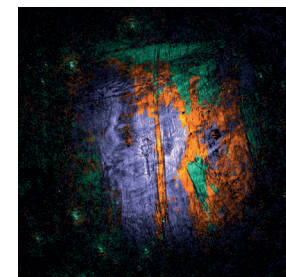
Ons onderzoek

Radioastronomie

Zichtbaar licht is de enige soort straling die we met onze ogen kunnen zien. Veel objecten in het heelal zenden echter andere straling uit, zoals radiogolven of röntgenstraling. Hetzelfde object (bijv. ster of sterrenstelsel) aan de hemel kan er daarom op verschillende golflengten heel anders uitzien. Daarom gebruiken astronomen verschillende soorten telescopen om de verschillende soorten straling te meten. Onze wetenschappers meten radiogolven met radiotelescopen die ons helpen meer over het heelal te weten te komen.

Geschiedenis van het heelal

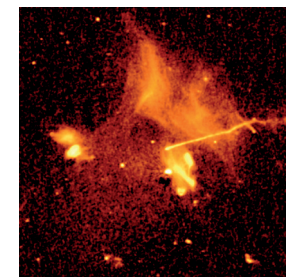
Door radiogolven op te vangen uit het heelal, kunnen we steeds meer te weten komen over de geschiedenis van het universum. Allerlei hemellichamen zenden deze golven uit, zoals zwarte gaten, melkwegstelsels en stervende sterren. Hoe verder je in het heelal kijkt, hoe langer de golven op reis zijn geweest om ons op aarde te bereiken. En hoe zwakker de signalen die we kunnen meten, hoe verder weg we kunnen kijken. Tegenwoordig kunnen we al signalen waarnemen die 12 miljard jaar geleden zijn uitgezonden door sterrenstelsels hier heel ver vandaan. Daardoor zien we sterrenstelsels vlak nadat ze zijn geboren.



Een stuk van de hemel in radiogolven, door LOFAR. © Jellic et al.



Een spiraalsterrenstelsel in radiogolven, door WSRT. © Tom Oosterloo



Een cluster van sterrenstelsels in radiogolven, door LOFAR. © Reinout van Weeren, namens de LOFAR samenwerking

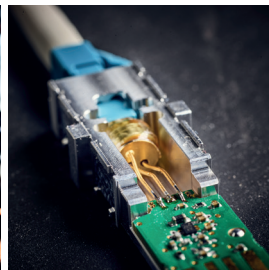
Onze technologieën

Bij ASTRON betrekken we bedrijven zo veel mogelijk bij de ontwikkeling van nieuwe instrumenten en innovatieve hightech-systemen. De technologie die is ontwikkeld voor radioastronomie wordt toegepast in de geneeskunde (bij-

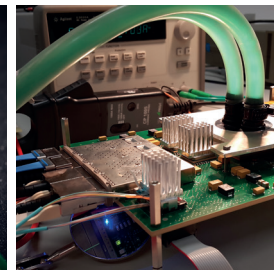
voorbeeld in MRI-scanners), radiocommunicatie (politie, brandweer) en veiligheid (RFID, radiofrequentie-identificatie). Zelfs draadloos internet (WiFi) is ontstaan uit onderzoek ten behoeve van de radioastronomie.



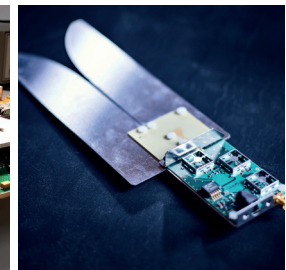
Uniboard: verwerkt extreem veel data



Fotonica



Waterkoeler koelt de computer



Slimme antenne voor SKA

ASTRON

Netherlands Institute for Radio Astronomy

ASTRON is het Nederlands instituut voor radioastronomie. Onze missie is ontdekkingen in de radioastronomie mogelijk maken. Bij ASTRON worden baanbrekende technologieën ontwikkeld, maken wetenschappers gebruik van radioastronomische faciliteiten van wereldformaat, en wordt fundamenteel astronomisch onderzoek gedaan. Onze ingenieurs en astronomen hebben een uitstekende internationale reputatie op het gebied van technologische ontwikkelingen en fundamenteel onderzoek in de galactische en extra-galactische astronomie. ASTRON is onderdeel van de institutenorganisatie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Oude Hoogeveensedijk 4
7991 PD Dwingeloo
0521 59 51 00
www.astron.nl

ASTRON_NL

/company/astron

ASTRON_NL

ASTRON.NWO

September 2018

ASTRON

Netherlands Institute for Radio Astronomy

ASTRON

Het Nederlands instituut voor radioastronomie

Over ASTRON

ASTRON is het Nederlands instituut voor radioastronomie. We onderzoeken de signalen die het heelal uitzendt in de vorm van radiogolven. Onze missie is om ontdekkingen in de radioastronomie mogelijk te maken. We doen daarom niet alleen fundamenteel astronomisch onderzoek. We ontwerpen, bouwen en beheren ook radiotelescopen die tot de beste van de wereld behoren, en verleggen de grenzen van de technologie om steeds betere en gevoeliger instrumenten te maken.

Onze ingenieurs en astronomen staan internationaal hoog aangeschreven. Astronomen doen baanbrekend onderzoek aan onze eigen Melkweg en ver weg gelegen sterrenstelsels. Ingenieurs ontwikkelen innovatieve antennes, hightech elektronica en slimme software. Door een goede samenwerking tussen technici en wetenschappers is de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) na zestig jaar nog steeds één van de beste telescopen ter wereld. LOFAR (de Low Frequency ARray), door ons ontworpen, ontwikkeld en beheerd, is een

uniek instrument dat de vroegste fasen van het heelal meet, evenals snelle radioflitsen aan de hemel, roterende neutronensterren en botsende zwarte gaten. ASTRON werkt samen met andere instituten aan de voorbereiding van de bouw van de Square Kilometre Array (SKA), wat de grootste en meest gevoelige radiotelescoop van de wereld wordt. De kennis die we hebben opgedaan met LOFAR en WSRT is van groot belang voor het ontwerp en de bouw van SKA.

ASTRON is tevens gastheer voor de Optisch/Infrarood instrumentatiegroep van de Nederlandse Onderzoeksschool voor Astronomie (NOVA) en voor JIVE, het Joint Institute for VLBI ERIC. Bij JIVE worden signalen gecombineerd van radiotelescopen uit heel Europa, Azië en Zuid-Afrika. ASTRON is onderdeel van de institutenorganisatie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).



Onze telescopen

Radiogolven zijn een vorm van elektromagnetische straling met golflengten van een millimeter tot kilometers. We kunnen deze golven meten met verschillende soorten antennes of schotels, ook bekend als radiotelescopen. Bij ASTRON ontwikkelen we steeds gevoeligere instrumenten en telescopen om de verste radiogolven in het heelal te meten.

Dwingeloo Radio Telescoop (DRT)

De Dwingeloo Radio Telescoop (DRT) werd geopend in 1956 en was met een schotel van 25 meter diameter even de grootste telescoop ter wereld. De telescoop is vooral gebruikt om onze eigen Melkweg in kaart te brengen door het meten van waterstof. De DRT heeft ook twee kleine sterrenstelsels ontdekt: Dwingeloo 1 en 2. Tegenwoordig is de DRT een rijksmonument dat je kunt bezoeken. De DRT wordt beheerd door stichting CAMRAS.

Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT)

De Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) is gebouwd in 1970. Hij bestaat uit veertien losse schoteltelescopen die op één lijn staan over een lengte van 2,7 kilometer. In de schotels zitten speciale ontvangers voor verschillende radiogolflengtes. Dankzij de nieuwste ontvanger, APERTIF (APERture Tile In Focus) genaamd, is het gebied van de hemel dat in één waarneming gemeten kan worden veertig keer groter dan voorheen.

APERTIF is zeer geschikt om de hele hemel met grote scherpte en gevoeligheid in kaart te brengen. APERTIF is gekoppeld aan een speciale supercomputer die continu de hemel in kaart brengt en zo zoekt naar explosieve gebeurtenissen in het verre heelal.

Low Frequency Array (LOFAR)

LOFAR, de Low Frequency ARray, is een telescoop die bestaat uit duizenden kleine antennes die zijn gecombineerd in 51 stations, verspreid door Europa. Deze stations zijn verbonden via een zeer snel glasvezelnetwerk, gekoppeld aan een supercomputer in Groningen. Deze supercomputer combineert de data van de antennes tot een virtuele radiotelescoop met een diameter van ongeveer 1200 kilometer. In Exloo in Drenthe ligt het hart, het centrale station van LOFAR. De telescoop kan zeer zwakke radiogolven meten met de antennes die werken in twee frequentiebereiken: 10-90 MHz en 110-250 MHz. LOFAR wordt gebruikt om te zoeken naar de oorsprong van de eerste sterrenstelsels, zwarte gaten en gaswolken vlak na de geboorte van het heelal, de oerknal.



Dwingeloo Radio Telescoop

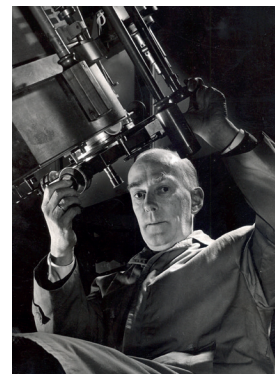
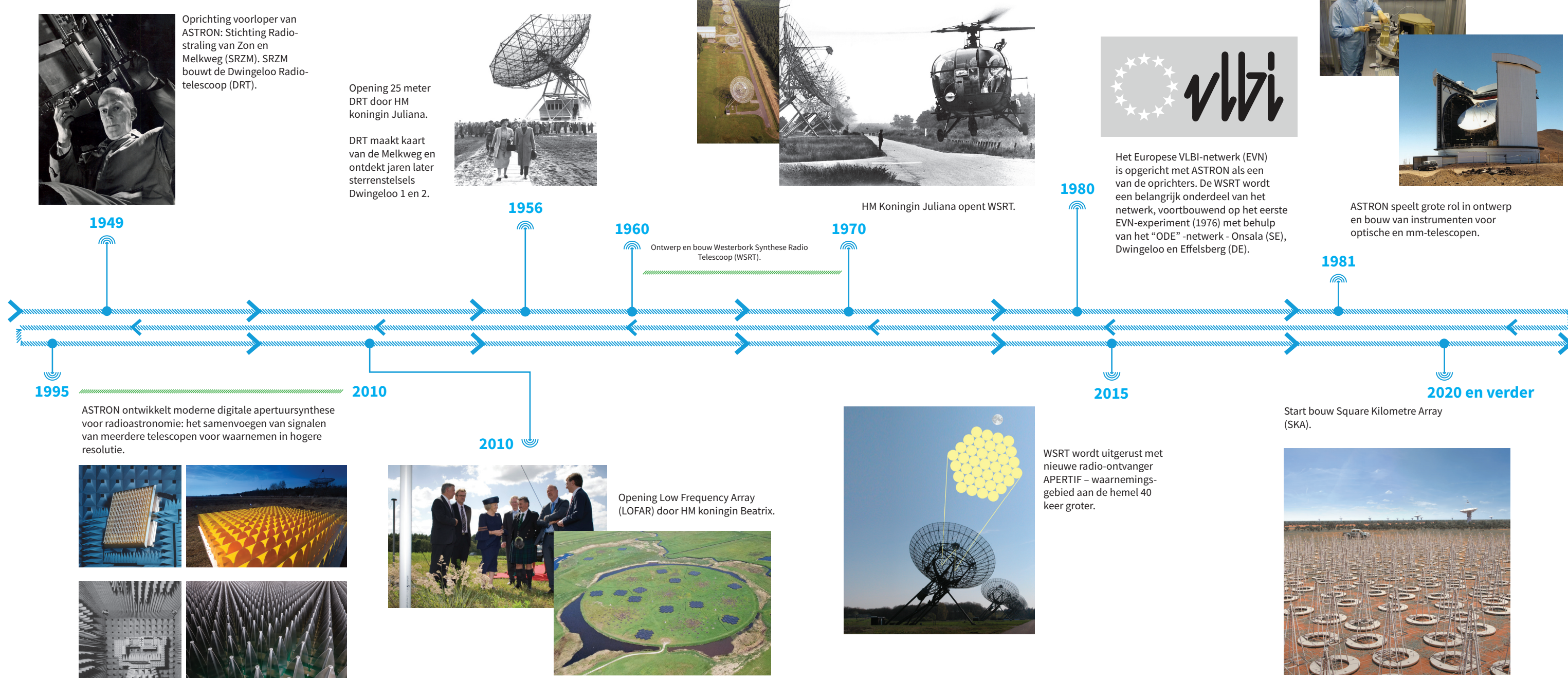


Westerbork Synthese Radio Telescoop



Low Frequency Array

Tijdslijn - enkele hoogtepunten



Oprichting voorloper van ASTRON: Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg (SRZM). SRZM bouwt de Dwingeloo Radio-telescoop (DRT).

Opening 25 meter DRT door HM koningin Juliana.



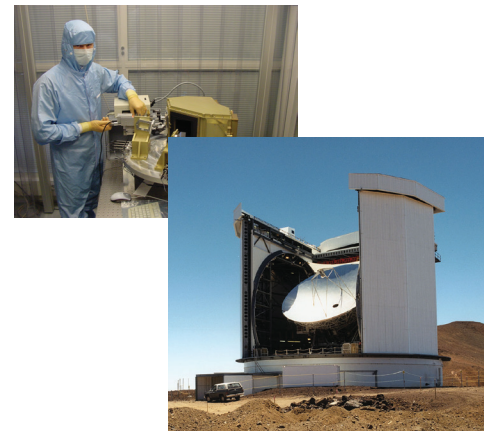
DRT maakt kaart van de Melkweg en ontdekt jaren later sterrenstelsels Dwingeloo 1 en 2.



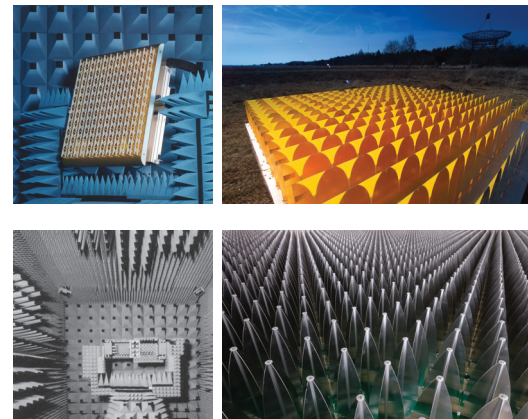
HM Koningin Juliana opent WSRT.



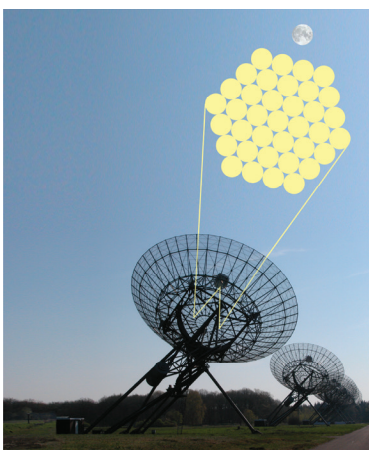
Het Europese VLBI-netwerk (EVN) is opgericht met ASTRON als een van de oprichters. De WSRT wordt een belangrijk onderdeel van het netwerk, voortbouwend op het eerste EVN-experiment (1976) met behulp van het "ODE"-netwerk - Onsala (SE), Dwingeloo en Effelsberg (DE).



ASTRON speelt grote rol in ontwerp en bouw van instrumenten voor optische en mm-telescopen.



Opening Low Frequency Array (LOFAR) door HM koningin Beatrix.



WSRT wordt uitgerust met nieuwe radio-ontvanger APERTIF – waarnemingsgebied aan de hemel 40 keer groter.



Start bouw Square Kilometre Array (SKA).

Toekomst

LOFAR 2.0

In de komende jaren werkt ASTRON aan het verbeteren en uitbreiden van de LOFAR-telescoop, zodat het ook voor de volgende generaties astronomen een faciliteit van wereldformaat blijft. Zo wordt er gesproken met internationale partners over meer LOFAR-stations in Europa. Ook wordt de elektronica van de stations gemoderniseerd, zodat de telescoop meer zwakke radiostraling uit het heelal kan opvangen. Daarnaast wordt LOFAR ingezet voor onderzoek naar *space weather*, oftewel ruimteweer.

Ruimteweer heeft te maken met de invloed van de zon en zonnwind (een stroom van geladen deeltjes die wordt uitgezonden vanuit het bovenste deel van de zonneatmosfeer) op de aarde. Net als weersverschijnselen in onze atmosfeer, kan ook ruimteweer grote gevolgen hebben voor ons dagelijks leven. Terwijl een milde zonnestorm zorgt voor het prachtige noorderlicht, kan een heftige zonnestorm zorgen voor stroomuitval of verstoringen van satellieten. Met LOFAR 2.0 willen we ruimteweer beter in kaart brengen, zodat we het beter kunnen voorspellen.

SKA

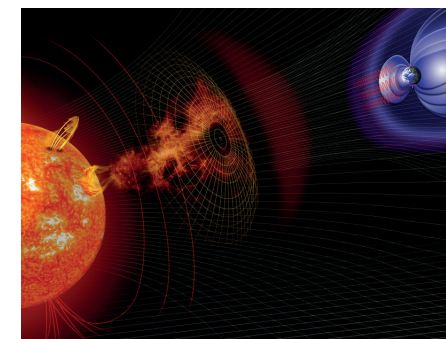
ASTRON is betrokken bij de ontwikkeling van de Square Kilometre Array (SKA). SKA wordt 's werelds grootste en meest gevoelige radiotelescoop voor sterrenkundig onderzoek. Verdeeld over twee locaties in West Australië en Zuid-Afrika worden antennes en schotels met bijbehorende (super)computers en infrastructuur gerealiseerd.

De verwachting is dat SKA een enorme impuls geeft aan het brede astronomische onderzoek: van het testen van Albert Einstein's algemene relativiteitstheorie, het onderzoeken van het vroege heelal en het ontstaan van de eerste sterren en sterrenstelsels, het in kaart brengen van de magneetvelden in het heelal, het ontdekken van snelle radioflitsen, de studie van planeten rond nabije sterren, tot aan het zoeken naar een antwoord op een van de grootste mysteries voor de mensheid: zijn we alleen in het heelal?

Science Data Centre

Astronomie heeft altijd al met grote hoeveelheden data gewerkt. SKA gaat meer data opleveren dan we ooit hebben moeten verwerken en analyseren: in de eerste fase alleen al ongeveer één petabit per seconde (10¹⁵ bit/s) – meer dan vijf keer het globale internetverkeer in 2015. De SKA-telescopen leveren een forse impuls voor de wetenschap en geven de economie vleugels doordat Nederlandse bedrijven opdrachten mogen verwachten voor de bouw van de reuzentelescoop, ook al komt die niet op Nederlandse bodem te staan.

De verwerking en uiteindelijke opslag van de SKA-gegevens vormen een zeer grote uitdaging. Daarvoor is innovatie in hardware, software en expertise noodzakelijk. ASTRON werkt daarom samen met de Nederlandse universiteiten en bedrijven aan een *Science Data Centre* in Noord-Nederland, gefaciliteerd door een publiek-private samenwerking tussen wetenschap, overheid en bedrijfsleven.



Ruimteweer kan grote gevolgen hebben voor ons dagelijks leven. © NASA



ASTRON werkt aan het verbeteren van LOFAR, daarvoor wordt ook gekeken naar uitbreiding van LOFAR in meer landen.



SKA gaat meer data opleveren dan we ooit hebben moeten verwerken. © Elodie Burrillon