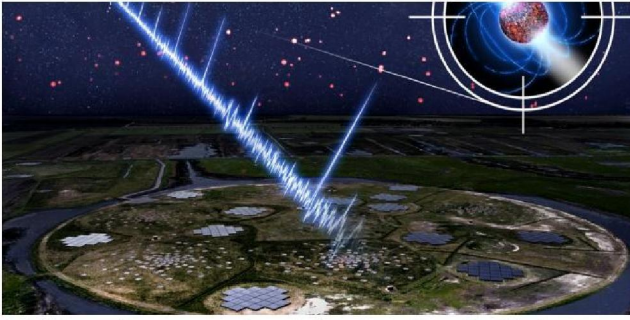
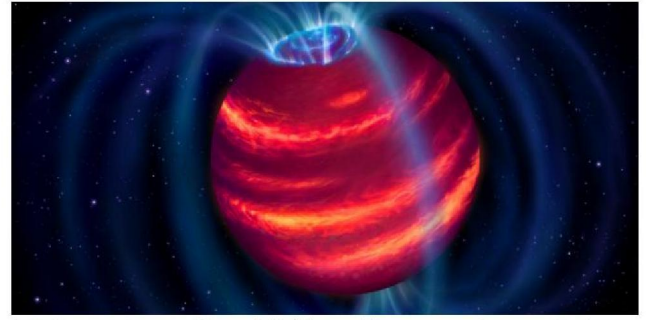


ASTRON: RADIOASTRONOMIE en innovatie van wereldklasse



Artist impression van een pulsar. Radiopulsen afkomstig uit het sterrenstelsel Cassiopeia reizen door de ruimte en komen aan bij de kern van de LOFAR-telescoop. (Credit: Danielle Futselaar/ASTRON)



Artist impression van Elegast. De blauwe lijnen geven de magnetische veldlijnen weer. Geladen deeltjes die langs deze lijnen bewegen, zenden radiogolven uit die LOFAR detecteert. (Credit: ASTRON/Daniëlle Futselaar)

ASTRON onderzoekt de sterren van (en aan) de hemel:

- ASTRON behoort tot de absolute wereldtop op het gebied van radioastronomie.
- Radioastronomie heeft de enige grootschalige wetenschapsinfrastructuur van Nederland.
- Radioastronomie is van nationaal belang (NOVI).
- Nederland loopt al sinds de jaren '50 van de vorige eeuw voorop op het gebied van radioastronomie.
- De Dwingeloo radiotelescoop (1956) was korte tijd de grootste radiotelescoop ter wereld.
- ... en hiermee is als eerste onze eigen Melkweg in kaart gebracht.
- ... en wordt nu gebruikt door amateur-astronomen.
- ... maar bijvoorbeeld ook recent op verzoek van de NASA om de Artemis-missie te volgen.
- Daarna volgde de toentertijd grootste radiotelescoop ter wereld, de Westerbork Synthese Radio Telescope (WSRT; 1970)
- ... waarmee het bestaan van donkere materie is vastgesteld.
- ... en die door een recente upgrade nu 40 keer zoveel tegelijkertijd kan zien.
- ... en die onderdeel vormt van een groot Europees netwerk, waarbij meerdere radiotelescopen samenwerken via Very Long Baseline Interferometry.
- De huidige grootste en meest gevoelige laagfrequente radiotelescoop ter wereld, LOFAR (2010), is ontwikkeld en wordt beheerd door ASTRON.
- De LOFAR-radiotelescoop heeft 300.000 nieuwe sterrenstelsels ontdekt.
- ... en vele reuzen-sterrenstelsels.
- ... en de op-een-na snelste milliseconde-pulsar, een neutronenster die 707 keer per seconde om haar as draait.
- ... en inmiddels nog vele andere pulsars.
- ... en vier grote radioclusters, megahalo's, gevonden op zo'n 10 miljoen lichtjaar afstand, die ons meer leren over de structuur van het heelal.
- Vanuit LOFAR is de ILT, de International LOFAR Telescope, ontstaan: een internationaal samenwerkingsverband met LOFAR-stations in Nederland, Duitsland, Polen, Frankrijk, Ierland, Letland, Zweden en het Verenigd Koninkrijk. Momenteel worden er ook LOFAR-stations in Italië en Bulgarije gerealiseerd.
- De Westerbork-telescoop en de LOFAR-telescoop hebben geholpen om Einsteins algemene relativiteitstheorie te bevestigen.
- ... en maken nu jacht op snelle radioflitsen, kortdurende gigantische explosies in het heelal.
- Met LOFAR kunnen we meer dan 12 miljard jaar terug in de tijd kijken, tot net na de oerknal.
- Door LOFAR weten we waarom bliksem vaak meerdere keren achter elkaar op dezelfde plek inslaat.
- Op basis van LOFAR-technologie is een prototype voor een zonnerradiotelescoop gebouwd, DISTURB, die live uitbarstingen van de zon kan gaan signaleren.
- ... van belang voor telecommunicatie-, radar- en andere elektronische systemen op aarde
- ... en voor de nationale veiligheid (Defensie).
- ASTRON staat aan de basis van de volgende grootste radiotelescoop ter wereld: de Square Kilometre Array (SKA).
- ... en de LOFAR technologie staat aan de technische basis van de SKA.
- Met door ASTRON ontwikkelde software is de meest gedetailleerde lage-frequentie-radiokaart van de sterrenhemel gecreëerd. Deze beslaat een oppervlak van 25 volle manen en bevat 7 miljard pixels. De kaart toont circa 2.500 sterrenstelsels.
- ASTRON is betrokken bij twee ERIC's (JIVE, LOFAR) en één IGO (SKA); ASTRON en Nederland zijn daarmee uniek in de EU.
- Wekelijks verschijnen er gemiddeld twee papers in wetenschappelijke tijdschriften, zoals *Nature* en *Science* die gebruikmaken van data van LOFAR.
- ASTRON loopt voorop bij het onderzoek naar wanneer het licht in het universum aanging.
- ASTRON zoekt zelfs naar het antwoord op de ultieme vraag: zijn we alleen in het heelal?



ASTRON, Netherlands Institute for Radio Astronomy

Oude Hoogeveensdijk 4

7991 PD Dwingeloo

5.1.2e

www.astron.nl

1.2 1.2e 1.20e

Stakeholder management adviseur

5.1.2e

5.1.2e @astron.nl

Versie: april 2023

ASTRON

ASTRON: radioastronomie en INNOVATIE van wereldklasse



LOFAR bestaat uit 38 antennestations in Noord-Nederland, met nog eens 14 stations in 7 Europese landen. (Credit: ASTRON)



ASTRON ontwikkelt zelf technologieën die uiteindelijk hun weg naar de markt vinden. (Credit: ASTRON)

ASTRON produceert hoogwaardige technologie:

- ASTRON verlegt de grenzen van de technologie om nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen te kunnen doen. Diverse van deze technologieën vinden uiteindelijk hun weg naar de markt.
- Het gat tussen deze technologieën en de toepassing ervan in de markt bedraagt veelal tientallen jaren.
- Zo wordt technologie die is ontwikkeld voor de radioastronomie toegepast in de geneeskunde (bv MRI-scanners), radiocommunicatie en veiligheid.
- Ook de basis voor de wiskunde van WiFi is bij ASTRON ontwikkeld.
- De technologie die in de jaren '90 in de Westerbork-telescoop is toegepast om in meerdere richtingen tegelijk te kunnen kijken zal de basis vormen voor 6G of 7G (phased array feed technologie).
- De op-een-na grootste supercomputer van Nederland staat bij Westerbork om snelle radioflitsen te detecteren.
- De Westerbork-telescoop heeft een cruciale rol bij de kalibratie van de Galileo-satellieten, die het Europese satellietnavigatiesysteem vormen, zodat ze nauwkeurig blijven werken.
- De LOFAR-telescoop is revolutionair: hij bestaat uit 100.000 antennes verdeeld over 52, binnenkort 54, stations, verspreid over Europa. LOFAR fungeert als een radiotelescoop van 2.000 km doorsnede.
- De LOFAR-supercomputer was korte tijd de snelste van Europa.
- Door nieuwe software en hardware kan LOFAR nog nauwkeuriger waarnemen, gelijktijdig in de hoge en lage band waarnemen en eventuele storingen uit de omgeving beter wegfilteren.
- ... en is LOFAR flexibeler en wendbaarder geworden zodat we sneller kunnen inspringen op astronomische gebeurtenissen.
- Overkappingen boven LOFAR-kasten zorgen voor aanzienlijke energiebesparing en de mogelijkheid 24/7 te waarnemen.
- We hebben supersnelle datanetwerken en apparatuur ontwikkeld voor het realtime verwerken van 46 terabit per seconde, vergelijkbaar met 1 miljoen Netflix-kanalen in 4K kwaliteit.
- Radioastronomie genereert meer data dan elk ander wetenschapsgebied: in 10 jaar tijd met LOFAR alleen al meer dan 50.000 terabytes (50 petabytes).
- Het ASTRON Science Data Centre (SDC) beheert momenteel circa 60 Petabytes aan data. Dat is het equivalent van zo'n 100 miljoen CD-ROMs.
- Samen met collega's hebben we binnen het ESCAPE-project een Europabreed 'datameer' gebouwd, waarmee astronomen en andere wetenschappers naadloos data van grote telescopen en andere meetinstrumenten kunnen combineren en analyseren, alsof deze data lokaal op hun eigen computers is opgeslagen.
- We hebben een prototype voor 3D data-opslag gemaakt.
- We hebben een GNSS anti jammer/spoofers ontwikkeld.
- De meest nauwkeurige en stabiele atoomklok ter wereld staat bij Westerbork.
- Door innovatieve technologie kunnen we de LOFAR-klokken, die verspreid staan over Nederland, tot op één miljardste seconde gelijkzetten.
- We dragen bij aan innovatie en werkgelegenheid in Noord-Nederland.
- LOFAR-stations worden in Noord-Nederland geproduceerd, wat per station ongeveer € 2 miljoen aan hoogwaardige regionale productieopdrachten oplevert.
- ASTRON en (regionale) bedrijven bouwen mee aan de Square Kilometre Array (SKA), de toekomstige grootste radiotelescoop ter wereld.
- ASTRON en (regionale) bedrijven hebben samen een computerboard ontwikkeld voor het verwerken van een petabit aan data per seconde (dat is drie keer die hoeveelheid data die het wereldwijde internetverkeer per jaar produceert).
- ... en ontwikkelen nu datatransportsystemen gebaseerd op fotonen.
- ... en maken zelflerende machines sneller en slimmer (kunstmatige intelligentie).
- ASTRON heeft een unieke EMC en ESD testfaciliteit, een antennemeetfaciliteit en omgevings-testfaciliteiten die in een Wireless Data Lab aan start ups en MKB ter beschikking worden gesteld.
- ... en ASTRON verzorgt RF cursussen voor kennisoverdracht, tot nu toe circa 100.

ASTRON, Netherlands Institute for Radio Astronomy

Oude Hoogeveensedijk 4

7991 PD Dwingeloo

5.1.2e

www.astron.nl

1.2 1.2e 1.2e

Stakeholder management adviseur

5.1.2e

waaij@astron.nl

Versie: april 2023

ASTRON