

# De James Webb-ruimtetelescoop ontrafelt de chemie in de atmosfeer van exoplaneet WASP-39b

Deze artistieke afbeelding toont hoe exoplaneet WASP-39 b (links, rechts is de ster waar de planeet omheen draait) er uit zou kunnen zien, gebaseerd op de recentste inzichten. De data van het NIRSpec-instrument tonen onomstotelijk de aanwezigheid van koolstofdioxide in de atmosfeer aan. Eerder werd met behulp van de Spitzer- en Hubble-ruimtetelescopen vastgesteld dat de atmosfeer ook waterdamp, natrium en kalium bevat. Afbeelding: NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI).

Een internationaal team van astronomen laat met hun *early release science*-data zien waar de James Webb-ruimtetelescoop toe in staat is. Zij brachten voor het eerst de chemische samenstelling van de atmosfeer van een exoplaneet zeer duidelijk in kaart. De kennis die sterrenkundigen hebben verkregen door onderzoek te doen naar de atmosfeer zal in de toekomst kunnen helpen om te zoeken naar eventueel leven op andere rotsachtige planeten.

## James Webb-ruimtetelescoop

De grootste ruimtetelescoop in onze geschiedenis, de James Webb-ruimtetelescoop (JWST), is nu één jaar operationeel en wetenschappers zijn er tot dusver zeer positief over. De telescoop bestaat uit achttien hexagonale spiegels die samen als één spiegel met een diameter van 6,5 meter opereren. Met een spiegeloppervlakte die ongeveer zes keer groter is dan die van de Hubble-ruimtetelescoop (HST), heeft de JWST een veel scherpere blik op het heelal. Dit is goed te zien op de adembenemende foto's

die NASA tot nu toe met de rest van de wereld deelde (zie bladzijde 14 en verder). Er is nog een groot verschil tussen de HST en de JSWT. James Webb kijkt namelijk naar een ander golflengtespectrum, namelijk naar diep infrarode straling (0,6 tot 28,3  $\mu\text{m}$ ), waarbij Hubble geoptimaliseerd was voor de kortere ultraviolette, de zichtbare en een stukje van het nabij-infrarood golflengten van licht (0,1 tot 1,8  $\mu\text{m}$ ).

Behalve voor het schieten van mooie plaatjes is de James Webb-ruimtetelescoop ook uitermate geschikt voor spectroscopische metingen. Dit kan dankzij een drietal instrumenten aan boord van de JWST: de zogenoemde NIRSpec, NIRCам en NIRISS. Het beschikbare golflengtespectrum van de JWST laat toe om karakteristieke 'chemische vingerafdrukken' van moleculen in de atmosferen van exoplaneten te meten. Een bekende manier om dit te doen is door het sterlicht te analyseren wanneer haar planeet tussen de telescoop en de ster staat. Het licht van de ster reist door de atmosfeer van zijn eigen exoplaneet die kleine

delen van het sterlicht absorberen. Door deze specifieke absorptie van het sterlicht te meten kunnen we achterhalen welke moleculen aanwezig zijn in de atmosfeer van de exoplaneet. Deze methode is al eerder door de Hubble- en Spitzer-ruimtetelescopen toegepast, maar de JWST kan door zijn hoge gevoeligheid en grotere golflengtebereik scherpere absorptiespectra meten dan zijn voorgangers.

## Exoplaneet WASP-39b

Een internationaal team van astronomen, onder wie sterrenkundigen van de Universiteit van Amsterdam en de Universiteit Leiden, delen nu hun eerste resultaten betreffende het chemisch profiel van exoplaneet WASP-39b. Deze draait rond een ster op zo'n zevenhonderd lichtjaar afstand van de aarde. WASP-39b is ongeveer even zwaar als Saturnus, maar is net zo groot als Jupiter. Het heeft een geschatte temperatuur van negenhonderd graden Celsius en heeft een atmosfeer die voornamelijk uit waterstof bestaat. De planeet staat ongeveer acht keer dichter bij zijn ster dan Mercurius

bij onze zon en dat maakt hem daarom ideaal om de effecten van straling van sterren op exoplaneten te bestuderen. Daarnaast zorgt de korte omlooptijd van de planeet ervoor dat er niet lang gewacht hoeft te worden om de volgende transit te meten.

De eerste resultaten mogen er zijn. Waar de Hubble- en Spitzer-telescopen alleen geïsoleerde ingrediënten van de atmosfeer van WASP-39b onthulden, laat de 'James Webb' een volledige inventaris zien van atomen, moleculen en zelfs tekenen van actieve chemie en wolken. De moleculen die door de JWST zijn vastgesteld zijn zwaveldioxide, natrium, kalium, koolstofdioxide en koolstofmonoxide. Het is voor het eerst dat koolstofdioxide in de atmosfeer van een exoplaneet is aangetroffen. Net zoals de HST heeft de JWST ook waterdamp gemeten, maar het grotere golflengtebereik van de JWST maakte het ook mogelijk om waterdamp bij langere golflengten te meten. Dit geeft aan dat nu meer signalen gebruikt kunnen worden voor detectie.

### Nieuwe inzichten

De resultaten, met name de verhoudingen tussen de verschillende elementen, geven veel inzichten. De gevonden koolstof-zuurstofverhouding laat zien dat WASP-39b waarschijnlijk verder weg van zijn ster is gevormd en dus naar zijn huidige locatie, zo dicht bij de ster, is gemigreerd. De kalium-zuurstofverhouding geeft een indicatie dat de gigantische planeet waarschijnlijk is ontstaan door het botsen en samenklitten van kleinere brokken, zogeheten planetesimalen, binnen de gas- en stofschijf rond zijn moederster. Astronoom Jean-Michel Desert van de Universiteit van Amsterdam vertelt enthousiast dat dit het onderzoeksgebied van exoplaneten totaal gaat veranderen. "We kunnen nu als nooit tevoren op ondubbelzinnige en uitgebreide wijze de spectrale vingerafdrukken van de chemische samenstelling van de atmosfeer van exoplaneten waarnemen." De meest bijzondere en onverwachte vondst was de waarneming van zwaveldioxide in de atmosfeer. Dit is een molecuul dat afkomstig is van

chemische reacties die geïnitieerd worden door hoogerenergetisch licht van de moederster van de planeet, vergelijkbaar met de vorming van onze ozonlaag. Volgens astronoom Yamila Miguel van de Universiteit Leiden is dit de eerste keer dat er concreet bewijs is voor dit type chemische reacties, zogenoemde fotochemie, op exoplaneten. De wetenschappers pasten vervolgens complexe computermodellen van fotochemie toe op de gegevens. Door deze modellen met de huidige data op te bouwen kunnen ze in de toekomst gebruikt worden om tekenen van leven te interpreteren.

### REFERENTIES

- 1 Alderson et al., *Early Release Science of the exoplanet WASP-39b with JWST NIRSpec G395H*: <https://arxiv.org/abs/2211.10488>.
- 2 Rustamkulov et al., *Early Release Science of the exoplanet WASP-39b with JWST NIRSpec PRISM*: <https://arxiv.org/abs/2211.10487>.
- 3 Ahrer et al., *Early Release Science of the exoplanet WASP-39b with JWST NIRCam*: <https://arxiv.org/abs/2211.10489>.
- 4 Feinstein et al., *Early Release Science of the exoplanet WASP-39b with JWST NIRISS*: <https://arxiv.org/abs/2211.10493>.
- 5 Tsai et al., *Direct Evidence of Photochemistry in an Exoplanet Atmosphere*: <https://arxiv.org/abs/2211.10490>.