

Extreem hete planeet lijkt atmosfeer te hebben

Gassen die vrijkomen via het oppervlak van exoplaneet TOI-561 b zouden een atmosfeer in stand kunnen houden (illustratie: NASA/ESA/CSA/Ralf Crawford, STScI).

Exoplaneet TOI-561 b staat zo dicht bij zijn ster, dat aangenomen werd dat de straling van die ster omringende gassen gemakkelijk de ruimte in zou blazen. Toch lijkt de planeet te beschikken over een dichte atmosfeer (illustratie: NASA/ESA/CSA/Ralf Crawford, STScI).

De exoplaneet TOI-561 b, die in minder dan elf uur tijd een complete baan rond zijn ster beschrijft, lijkt over een atmosfeer te beschikken. Vreemd, want je zou verwachten dat gassen rond zo'n wereld snel het heelal in verdwijnen. Mogelijk worden die continu aangevuld vanuit het gesmolten oppervlak, denken astrofysicus Tim Lichtenberg van de Rijksuniversiteit Groningen en collega's.

Lage dichtheid

TOI-561 b behoort tot de ultrashort-period-planetten of USP's: exoplaneten met een omlooptijd korter dan een dag en een straal minder dan twee keer die van de aarde. De verwachting is dat zulke planeten geen atmosfeer hebben. Ten eerste oefenen ze door hun kleine formaat relatief weinig zwaartekracht uit op de omringende gassen. Ten tweede bevinden ze zich zó dicht bij hun ster, dat ze constant worden bestookt met grote hoeveelheden hoogenergetische fotonen, zegt Lichtenberg. "Daardoor warmt de atmosfeer op en dijt die uit, waardoor de moleculen uiteindelijk de ruimte in verdwijnen."

Een indicatie dat het bij TOI-561 b weleens anders zou kunnen werken, was de gemiddelde dichtheid: 4,3 gram per kubieke centimeter. "Die dichtheid is zo laag dat je die niet kunt verklaren met 'alleen maar' ijzer en steen – waar het binnenste van de aarde van is gemaakt", zegt Lichtenberg. "Daarom moet een deel

van de planeet uit lichtere elementen bestaan, en de enige plausibele mogelijkheid is dan dat hij is omgeven door een atmosfeer van vluchtige gassen." Eerder stelde Lichtenberg met zijn Zwitserse collega Caroline Dorn een mechanisme voor dat TOI-561 b van zo'n atmosfeer zou kunnen voorzien, ondanks het stralingsbombardement waar de planeet aan blootstaat [1]. In de planeet zouden grote hoeveelheden water, koolstofdioxide en andere gassen opgesloten zitten, die vrijkomen via het oppervlak en zo de atmosfeer in stand houden. "Maar dit mechanisme werkt alleen als grote delen van de planeet volledig gesmolten zijn", zegt Lichtenberg. "Daarmee lijkt zo'n planeet dan in niets op de planeten van ons eigen zonnestelsel. Je zou hem nog het beste kunnen vergelijken met de vroege aarde, net na de botsing waarbij ook de maan ontstond."

Geen kale rots

Nieuwe waarnemingen, gedaan met het nabije-infraroodinstrument NIRSpec aan boord van de James Webb-ruimtetelescoop, maken het idee dat TOI-561 b tegen de verwachtingen in over een atmosfeer beschikt nu een stuk aannemelijker. Bij die waarnemingen bewoog de planeet vier keer achter zijn ster langs, waardoor de astronomen het sterlicht inclusief planeet konden vergelijken met het sterlicht exclusief planeet. Daaruit leiden ze in een publicatie in *The Astrophysical Journal Letters* af dat de

dagkant van de planeet zo'n 1000 kelvin koeler is dan de 3000 kelvin die je van een rotswereld zonder atmosfeer zou verwachten [2]. Mét atmosfeer is die lage temperatuur wel te verklaren. "Dan vervoert die de warmte naar de nachtkant", legt Lichtenberg uit. Bewijs voor het beschreven mechanisme is dat nog niet. Het zou bijvoorbeeld ook kunnen dat de planeet het grootste deel van zijn bestaan verder van zijn ster af stond en pas relatief kort geleden in zijn huidige, nauwe baan is beland. In dat geval zou er simpelweg nog niet genoeg tijd zijn geweest om de gassen in de atmosfeer de ruimte in te laten verdwijnen. Maar dat scenario lijkt Lichtenberg en collega's niet erg waarschijnlijk, gezien de leeftijd en opbouw van het planetenstelsel. "De belangrijkste implicatie van dit onderzoek is dat dit soort extreem hete, lichte planeten atmosferen kunnen vasthouden die bestaan uit vluchtige stoffen – dus geen verdampt gesteente", zegt Lichtenberg. "Dat gaat tegen ons hele begrip van dit type exoplaneten in. In het algemeen wordt gedacht dat dat allemaal kale rotsen zijn en nu weten we dat dit niet klopt."

REFERENTIES

1. Dorn, C., Lichtenberg, T., Hidden Water in Magma Ocean Exoplanets, *ApJL* **922** L4 (16 november 2021).
2. Teske, J.K., et al., A Thick Volatile Atmosphere on the Ultrahot Super-Earth TOI-561 b, *ApJL* **995** L39 (11 december 2025).