

# Kijken in het binnenste van rode reuzen

## Wat kleine variaties in licht vertellen over de ontwikkeling van sterren

Dankzij ruimtetelescoop Kepler krijgen we steeds meer zicht op wat er gebeurt in de laatste levensfase van een ster. Asteroseismologe Saskia Hekker doet onderzoek naar trillingen die zich in rode reuzen en zonachtige sterren voordoen. Ze haalde er binnen twee weken drie keer een toptijdschrift mee. door Geertje Dekkers

E

IGENLIJK

is ruimtetelescoop Kepler ontworpen om planeten rond andere sterren te ontdekken, en dan het liefst planeten die op de aarde lijken. Maar hij blijkt ook zeer interessante informatie op te leveren over sterren, waaronder sterren die op onze zon lijken en rode reuzen – sterren in de laatste fase van hun leven. Bij rode reuzen is de buitenkant sterk uitgezet en

‘Tot nu toe waren dit soort observaties heel moeilijk maar dankzij Kepler kunnen we nu een groot aantal sterren tegelijk onderzoeken.’



Saskia Hekkers. Foto: Nadja Kieft.

afgekoeld, waardoor ze roder licht uitzenden dan daarvoor, vandaar de naam. De meeste sterren die vanaf de aarde met het blote oog zichtbaar zijn, zijn rode reuzen.

De data van Kepler, in 2009 gelanceerd door NASA, leverden recent twee publicaties op in *Science* en een in *Nature*, en dat binnen twee weken. Asteroseismologe Saskia Hekker, postdoc aan de Universiteit van Amsterdam met een Venibeurs, schreef mee aan alle drie de artikelen.

‘Kepler levert heel goede data over trillingen in sterren. In zonachtige sterren en rode reuzen ontstaan die trillingen door convectie in het gas in de buitenste lagen’, zegt Hekker. ‘De iets oudere Franse satelliet CoRoT doet iets vergelijkbaars, en die gegevens gebruiken we ook, maar Kepler is duidelijk superieur. We kunnen

gingen ontstaan akoestische golven, die door de ster heen trekken en die Kepler registreert in de vorm van kleine variaties in het licht dat de ster uitzendt. Hekker en haar collega’s analyseren die gegevens.

Een van de *Science*-artikelen, ‘Ensemble Asteroseismology of Solar-Type Stars with the NASA Kepler Mission’ gaat over deze trillingen in zonachtige sterren. Hekker: ‘We hebben bij ongeveer vijfhonderd sterren laten zien dat we de oscillaties kunnen waarnemen en dat er verschillen zijn, die onder meer afhangen van de massa van de ster. Tot nu toe waren dit

‘Kepler blijkt ook zeer interessante informatie op te leveren over sterren, waaronder sterren die op onze zon lijken en rode reuzen – sterren in de laatste fase van hun leven.’

nu in het binnenste van rode reuzen kijken en bepalen in welke fase van hun leven ze zijn. Hopelijk kunnen we zo beter gaan begrijpen wat er precies gebeurt als een zonachtige ster een rode reus wordt.’

Convectie ontstaat doordat gas in het binnenste van een ster extra heet wordt, uitzet en naar het oppervlak beweegt. Daar koelt het enigszins af, waardoor het weer naar beneden zakt. Door deze bewe-

soort observaties heel moeilijk maar dankzij Kepler kunnen we nu een groot aantal sterren tegelijk onderzoeken.’

Maar de metingen hebben hun beperkingen. Golven met informatie uit het binnenste deel van de sterren lijken van buitenaf niet meetbaar, al staat dat voor de zon nog ter discussie. ‘Tussen het binnenste en het buitenste deel van deze sterren zit een zone waar de golven moei-

lijk doorheen kunnen’, legt Hekker uit: ‘De binnenste golven zitten als het ware gevangen in de kern.’

Daarom is het opmerkelijk dat Hekker en haar collega’s er bij rode reuzen wél in zijn geslaagd in het binnenste te kijken. Dat melden ze in het tweede *Science*-artikel, ‘Kepler Detected Gravity-Mode Period Spacings in a Red Giant Star’. ‘Bij rode reuzen liggen de frequenties in de kern dichter bij de frequenties aan de buitenkant dan bij zonachtige sterren’, zegt Hekker. ‘Daardoor kunnen ze als het ware meeliften naar buiten toe en kunnen we ze meten.’

Dat is precisiewerk, want de variaties in lichtsterkte die worden veroorzaakt door de golven die vanuit de kern tot de buitenkant doordringen, zijn erg klein en dat maakt ze moeilijk te onderscheiden van de ruis die het signaal van Kepler ook bevat. Hekkers werk bestaat onder andere uit het ontwerpen van methodes die deze pieken onderscheiden van toevalstreffers: ‘Een groot voordeel van Kepler is, naast de hoge kwaliteit van de telescoop zelf, dat hij voortdurend naar dezelfde sterren kijkt. We krijgen dus informatie over een heel lange periode, volgens planning drieënhalf jaar, en daardoor kunnen we steeds beter bepalen welke pieken in de frequenties echt veroorzaakt worden door trillingen in de ster.’

Dat sterrenkundigen nu in het binnenste van rode reuzen kunnen kijken is grote winst want daar verandert veel in deze levensfase van een ster. In de kern van zonachtige sterren vindt fusie van waterstof plaats, wat energie oplevert en waarbij helium ontstaat. In rode reuzen is die waterstof (bijna) op. De kern krimpt dan terwijl de buitenkant uitzet, waardoor de druk in de kern toeneemt en fusie van helium kan plaatsvinden.

Hekker: ‘Tot nu toe konden we niet zien in welke fase van zijn ontwikkeling een rode reus zich bevond. Maar met de informatie over frequenties van trillingen uit de kern kunnen we vaststellen of er alleen nog een beetje fusie van waterstof plaatsvindt, in een schil rondom de kern, of dat er al sprake is van heliumfusie.’ In het *Nature*-artikel ‘Gravity Modes as a Way to Distinguish between Hydrogen- and Helium-Burning Red Giant Stars’ tonen Hekker en haar collega’s aan dat dat ook echt is gelukt.

En dat opent de deur naar nieuw onderzoek naar de ontwikkeling van rode reuzen. Hekker vertelt er zichtbaar enthousiast over: ‘Een ster is maar gedurende ongeveer 10% van zijn leven een rode

ENSEMBLE ASTEROSEISMOLOGY OF SOLAR-TYPE STARS WITH THE NASA KEPLER MISSION  
In: *SCIENCE*, 8 april 2011, vol. 332 (6026): 213-216.

KEPLER DETECTED GRAVITY-MODE PERIOD SPACINGS IN A RED GIANT STAR  
In: *SCIENCE*, 8 april 2011, vol. 332 (6026): 205.

GRAVITY MODES AS A WAY TO DISTINGUISH BETWEEN HYDROGEN- AND HELIUM-BURNING RED GIANT STARS  
In: *NATURE*, 31 maart 2011, vol. 471: 608-611.

reus, maar er verandert in die fase veel meer dan in de hele periode daarvoor. Ik hoop te weten te komen hoe dat allemaal precies gebeurt.’

En dan te bedenken dat dit hele onderzoek slechts bijvangst is van Keplers zoektocht naar aardachtige planeten: ‘We krijgen de informatie van Kepler omdat we

‘Een ster is maar gedurende 10% van zijn leven een rode reus, maar er verandert in die fase veel meer dan in de hele periode daarvoor.’

de onderzoekers uit dat team een service leveren’, zegt Hekker: ‘Zij kijken naar planeten die voor een ster langs bewegen. Als dat gebeurt, krijg je een dip in de helderheid van het signaal van de ster en daarmee kun je de verhouding van de straal van de ster en die van de planeet bepalen.’ Maar als je geen van die twee stralen kent, weet je daarmee nog weinig: ‘Wij kunnen de straal van de moederster berekenen aan de hand van de frequenties die hij uitzendt en dat doen we voor de planeetonderzoekers van Kepler. En daarom mogen wij de data ook voor asteroseismologie gebruiken.’