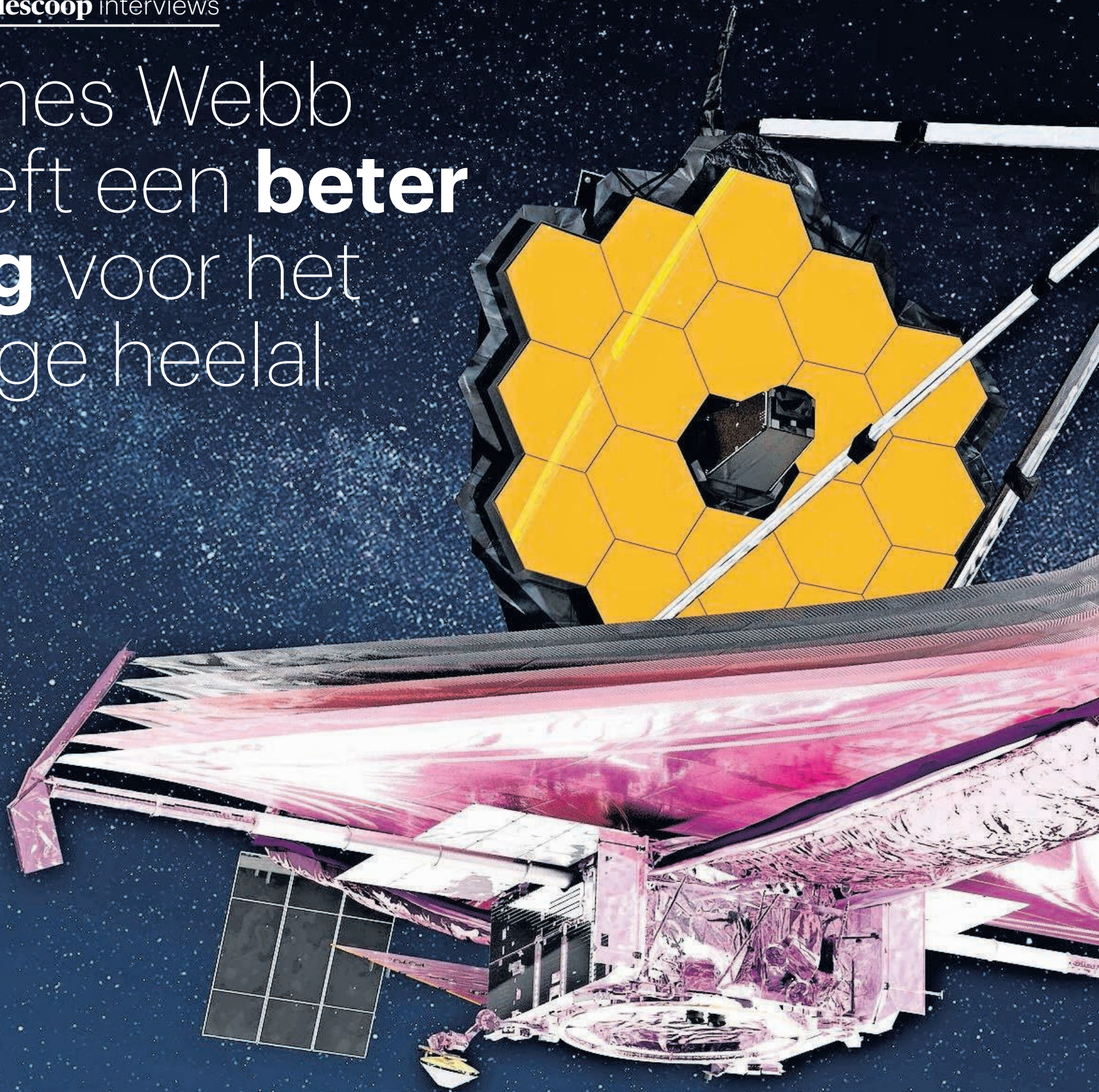


Ruimtetelescoop interviews

James Webb heeft een **beter oog** voor het jonge heelal



James Webb staat klaar voor vertrek. Webb is een telescoop die nog scherper in het heelal kan kijken dan zijn vermaarde voorganger Hubble. Drie sterrenkundigen vertellen wat ze van hem verwachten.

Getekende impressie van de James Webb-ruimtetelescoop. FOTO NASA

tekst Maarten Muns

Om nieuwe stappen te zetten in de astronomie is het nodig meer en beter te kunnen zien dan voorheen. Dat deed Galileo Galilei toen hij in 1610 zijn telescoop op de hemel richtte en vier manen bij Jupiter zag. Dat deed Edwin Hubble toen hij in 1923 met de Hook Telescope op Mount Wilson ontdekte dat de vaag zichtbare Andromedanevel in feite een

compleet sterrenstelsel was, ver buiten onze Melkweg. En dat deden de astronomen wereldwijd die afgelopen jaren met de naar Hubble genoemde ruimtetelescoop dieper het heelal in konden kijken dan ooit tevoren.

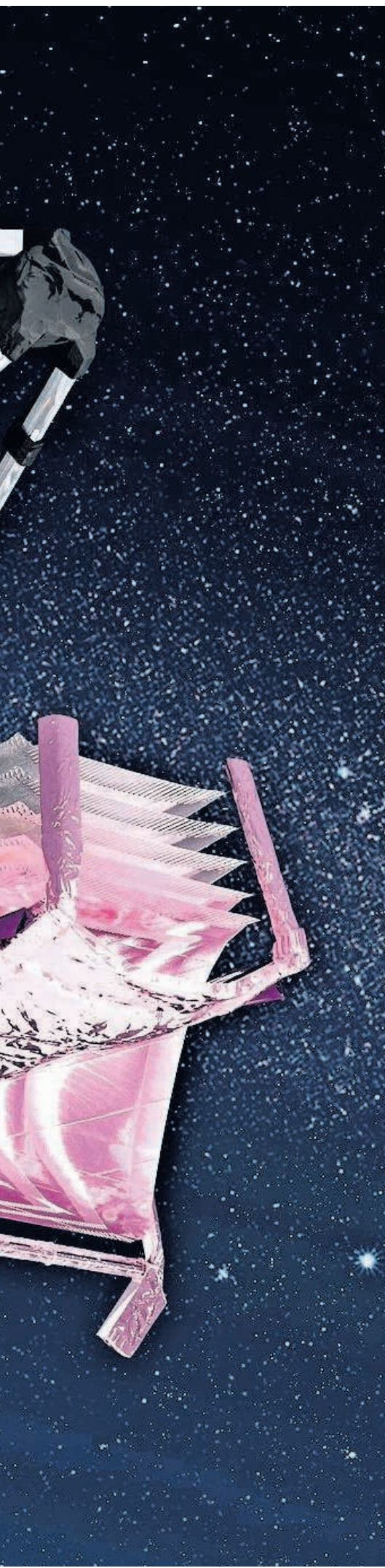
Binnenkort bereikt de astronomie een nieuwe mijlpaal. De datum heeft de neiging te schuiven, maar volgens de huidige planning zal op 24 december vanaf de ESA-lanceerbasis in Frans-Guyana een Ariane 5 raket vertrekken met aan boord de James Webb ruimtetelescoop. Deze telescoop, genoemd naar de man die de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie Nasa leidde in de jaren zestig, is te beschouwen als de opvolger van Hubble. Maar waar Hubble vooral licht uit het zichtbare, en een klein stukje van het infrarode en ultraviolette deel van het

Wie steeds verder in de diepten van het heelal kijkt, kijkt ook steeds verder terug in de tijd

elektromagnetische spectrum kon waarnemen, richt James Webb zich volledig op het infrarode deel van dat spectrum.

Stofwolken

Infrarood, ook wel bekend als warmtestraling, heeft langere golflengtes dan zichtbaar licht. Hete objecten, zoals sterren, stralen veel energierijk ultraviolet en zichtbaar licht uit. Maar relatief koele objecten, zoals planeten, manen en asteroiden, laten zich juist zien in het infrarood. En door zijn langere golflengte kan infrarood, beter dan zichtbaar licht, ontsnappen aan absorptie door gas- en stofwolken in de ruimte. Met James Webb kunnen astronomen dwars door deze stofwolken heen kijken en de ontstaansprocessen van sterren en planeten onderzoeken.



Rens Waters, hoogleraar moleculaire astrochemie, Radboud Universiteit

“Je zit in een donkere kamer en ineens doet iemand het licht aan. Dan denk je: aha, dus zó ziet het er uit! De James Webb ruimtetelescoop heeft een nieuwe generatie **meetinstrumenten** aan boord. Die kunnen waarnemen in een golflengtebereik dat heel geschikt is voor onderzoek naar de precieze chemische samenstelling van de schijfvormige gaswolken, waaruit nieuwe planeten ontstaan.

“Die gassen vormen de bouwstenen voor de atmosferen van die planeten. Dus misschien kunnen we tijdens de vorming van nieuwe planeten al een aanwijzing zien voor het ontstaan van een **levensvatbare omgeving**. En met dezelfde instrumenten gaan we kijken naar de atmosferen van de planeten die al klaar zijn, en in kaart brengen welke moleculen zich daarin bevinden. Een unieke combinatie.”

“Een exoplaneet beweegt soms, vanaf de aarde gezien, periodiek voor zijn ster langs – we noemen dat een transit. Het licht van de ster wordt dan een beetje gefilterd door de atmosfeer van de planeet. Dat gefilterde licht kunnen we opvangen door het signaal voor en tijdens de transit met elkaar te vergelijken. Door het vervolgens te splitsen met de spectroscop van Miri kunnen we **de vingerafdrukken zien** van moleculen in de atmosfeer van die planeet. Dit zijn uiterst zwakke signalen, waarvoor je een buitengewoon gevoelige telescoop nodig hebt. Webb is dat.”

In de Nederlandse waarnemingsperiode met MIRI gaan verschillende onderzoeksprogramma's naar exoplaneten lopen. Eén daarvan kijkt naar het Trappist-1 systeem. Dat is een planetensysteem op **veertig lichtjaar afstand** dat maar liefst zeven aardachtige planeten bevat die dicht rond een ultrakoele dwergster draaien. Drie of vier bevinden zich in de leefbare zone, daar waar de temperatuur dusdanig is dat er vloeibaar water zou kunnen zijn. Waters: “We gaan straks specifiek op zoek naar de vingerafdruk van kooldioxide in de atmosfeer van Trappist-1b, die het dichtste bij de ster staat. Heel spannend. Met dat onderzoek gaan we de grenzen opzoeken van wat Webb kan. Atmosfeeronderzoek met deze transitmethode werkt vooral goed bij planeten die dichtbij hun ster staan. Dat zijn meestal hete Jupiters, lava-werelden, veel te heet voor leven. De planeten **in de leefbare zone** van zonnachtige sterren zijn natuurlijk het spannendst, maar hun atmosferen goed in beeld brengen is waarschijnlijk voor Webb nog te moeilijk.”

James Webb kan kosmische objecten met spectaculaire details in beeld brengen

Infrarood licht kan ook antwoord geven op vragen over de allereerste sterren en sterrenstelsels. Wie steeds verder in de diepten van het heelal kijkt, kijkt ook steeds verder terug in de tijd. Je ziet licht dat lange tijd onderweg is geweest. De verste sterrenstelsels zien we daarom nu zoals ze er meer dan 13 miljard jaar geleden uitzagen, slechts enkele miljoenen jaren na het ontstaan van het heelal.

Omdat het heelal sindsdien uitdijt (ook een ontdekking van astronoom Hubble) zijn de golflengtes van dit oeroude licht ‘uitgerekt’ naar de langere golflengtes van het infrarood, een verschijnsel bekend als kosmische roodverschuiving. Daardoor is hun licht voor ons enkel nog als infrarood waar te nemen.

Om het uiterst zwakke licht van die eer-

Marijn Franx, hoogleraar extragalactische sterrenkunde, Universiteit Leiden

“De James Webb telescoop is onder andere gebouwd voor wat wij **kosmische archeologie** noemen: heel ver terugkijken in de tijd, naar hoe het universum eruit zag toen het heel jong was. Het licht van de **allereerste sterrenstelsels** kunnen we zien als infrarood licht. De Hubble telescoop heeft op dit gebied al meer gedaan dan oorspronkelijk werd verwacht, vooral dankzij de laatste grote upgrade, waarbij een heel gevoelige infraroodcamera werd geplaatst. Dus het wordt spannend wat Webb allemaal nog gaat toevoegen aan onze kennis.”

“Wat Webb in ieder geval gaat doen is de allerverste, en dus de allereerste, sterrenstelsels met meer detail in beeld brengen dan Hubble. En Webb heeft gevoelige spectrografen aan boord om het licht van die sterrenstelsels uiteen te rafelen en **veel nauwkeuriger dan Hubble** te kunnen bepalen welke fysische eigenschappen ze precies hebben. Hoe zijn ze opgebouwd, **welke moleculen zitten erin**, hoe zwaar zijn ze, hoe bewegen ze zich?”

“Een andere interessante vraag is hoe de zware elementen – alles zwaarder dan waterstof en helium – zijn gevormd. We weten dat die ontstaan moeten zijn in de kernen van de eerste sterren, maar hoe ging dat precies? We vermoeden dat de eerste sterren, dus uit de tijd voordat zware elementen bestonden, er heel anders uitzagen dan sterren die we nu kennen. Misschien waren het deze oersterren die uiteindelijk zijn ingestort tot **de superzware zwarte gaten** die we nu in de centra van sterrenstelsels aantreffen. Hierover bestaan al veel theorieën, maar je moet waarnemingen hebben om het zeker te weten.”

“Maar de belangrijkste ontdekkingen met ruimtetelescopen zijn de ontdekkingen die je niet van tevoren verwacht. Zo ging het met Hubble ook. Die heeft heel veel ontdekt over het vroege heelal, terwijl iedereen dacht dat dit helemaal niet zou kunnen. Ook is met Hubble de geheimzinnige ‘donkere energie’ ontdekt, een kracht die verantwoordelijk is voor de steeds snellere uitdijing van het heelal. Grote, belangrijke ontdekkingen, die niemand had verwacht. **De impact van Webb zal enorm zijn**, maar hoe precies moeten we gaan afwachten. Dat maakt het zo spannend.”

ste sterrenstelsels te vangen, heeft de James Webb telescoop een spiegel met een diameter van 6,5 meter. Vergelijk dat met zijn voorganger Hubble: diens spiegel heeft een diameter van ‘slechts’ 2,4 meter. Webb kan ongekend veel fotonen (lichtdeeltjes) vangen en kosmische objecten met spectaculaire details in beeld brengen.

In Nederland gebouwd

Webb heeft vier uiterst geavanceerde meetinstrumenten aan boord: infraroodcamera's en spectrografen om het opgevangen licht te splitsen in verschillende golflengtes. Het Mid Infrared Instrument (Miri) is deels in Nederland gebouwd, bij Astron in Dwingelloo.

In ruil hiervoor krijgen Nederlandse astronomen in het eerste jaar na lancering

Karina Caputi, adjunct-hoogleraar extragalactische sterrenkunde, Rijksuniversiteit Groningen

“Ik onderzoek de evolutie van sterrenstelsels in het vroege heelal, grofweg de periode tussen het oplichten van de eerste sterren tot enkele miljarden jaren daarna. Dat onderzoek gaat over hoe de allereerste sterren en sterrenstelsels ontstonden. Maar ook hoe ze zich vervolgens ontwikkeld hebben. Hubble bracht een deel hiervan in beeld, maar we hebben goede redenen om te denken dat de plaatjes die Hubble van de allerverste sterrenstelsels maakte, **niet alles laten zien**.”

“We zien met Hubble namelijk alleen de sterrenstelsels die ooit heel veel ultraviolet licht uitstraalden. Omdat ze ooit zo helder waren in ultraviolet, zit hun licht door roodverschuiving nu nog net binnen het stukje infrarood dat Hubble kan zien. En dus lijkt het alsof alle sterrenstelsels uit het vroege heelal **zo helder waren**, en alsof er geen sterrenstelsels waren met bijvoorbeeld veel stofwolken die ultraviolet licht absorberen. Dit is mogelijk een vertekening van Hubble. Want het licht van die stoffige stelsels zit nu op een plek **in het infrarood**, waar Hubble gewoon niet bij kan. James Webb kan dat wel, vooral dankzij het Miri-instrument. Dan kunnen we in feite dwars door die stofwolken kijken en zien we waarschijnlijk veel meer variatie in de samenstelling van sterrenstelsels.”

“De Spitzer telescoop, een andere voorganger, had ook toegang tot het infrarode spectrum. Maar dat was een kleine telescoop met een spiegel van 85 centimeter. Webb is met zijn spiegel van 6,5 meter een **enorme stap vooruit** en gaat een veel completer beeld geven van het vroege heelal.”

“Er zijn verschillende modellen die beschrijven hoe de verdeling van sterrenstelsels zoals we die nu op de allergrootste schaal zien – een structuur die bekend staat als het kosmische web – ontstaan is. Die structuur hangt samen met de verdeling van zwaartekracht in het jonge heelal. Om meer te begrijpen over hoe die samenhang precies werkt, moet je de natuurkunde van de allereerste sterrenstelsels kennen. Webb gaat zeker **nieuwe sterrenstelsels in kaart brengen**, en heeft ook de hoge resolutie die nodig is om ze in detail te bestuderen. Dat is een heel waardevolle combinatie.”

“Webb en al zijn instrumenten moeten zeker tien jaar operationeel blijven. Tegen die tijd hoop ik een **compleet en onbevooroordeeld** beeld te hebben van de sterrenstelsels in het verre heelal. We weten dat er veel meer moet zijn dan we nu kunnen zien.”

honderd uren van de fel bevochten waarnemingsperiode met Webb. Via de gewone selectie van onderzoeksvoorstellen kwam daar nog eens 2000 uur waarnemingsperiode bij voor Nederlandse wetenschappers.

De eerste plaatjes van James Webb komen naar verwachting medio 2022. Na lancering reist de telescoop namelijk eerst 1,5 miljoen kilometer naar zijn post, waar hij door de zwaartekrachtvelden van zon en aarde in een stabiele baan wordt gehouden. Tijdens die reis worden zowel de spiegel als het enorme zonnenscherm (zo groot als een tennisbaan) stap voor stap uitgevouwen, een precair proces.

Als Webb uitgevouwen op zijn plaats hangt, met zijn rug naar de zon en de aarde, en alle instrumenten getest zijn kunnen de waarnemingen beginnen.