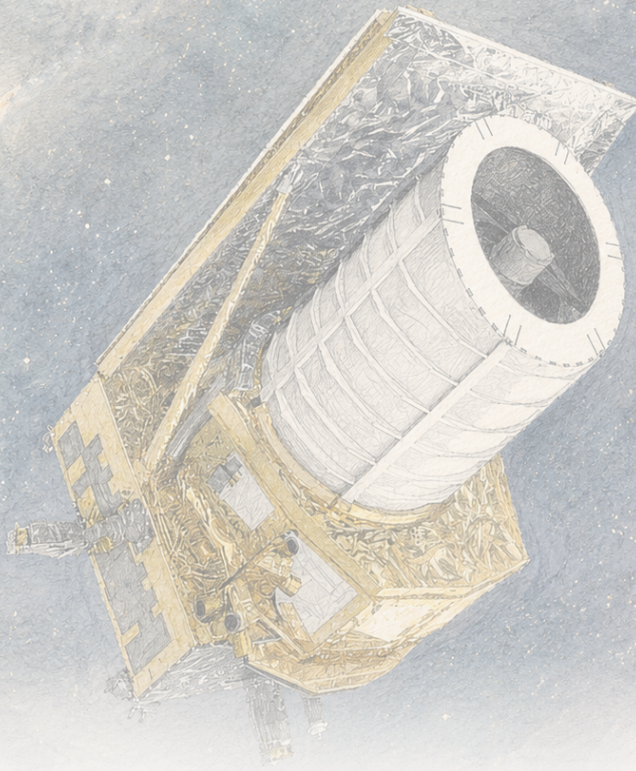




The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Euclid verdubbel meer as die klein monster kwasars van anderkant rooiverskuiwing 7

In die eerste jaar en 'n half van die Euclid Wide Survey het 'n soektog oor ongeveer 3000 vierkante grade 31 nuwe kwasars tussen rooiverskuiwing 6,6 en 7,8 opgelewer. Twaalf lê by rooiverskuiwing 7 of hoër, meer as 'n verdubbeling van die handvol wat voor Euclid daar bekend was, en een by rooiverskuiwing 7,77 is nou die mees afgeleë kwasar op rekord. Die werklike vooruitgang is nie daardie enkele rekord nie, wat net 'n grens verskuif wat jare lank naby rooiverskuiwing 7,5 gelê het: dit is die opname se vermoë om hierdie seldsame, meestal dowwe voorwerpe in groot getalle te vind, wat hulle nuttig maak as sondes van die jong Heelal. Dit is 'n aanvanklike resultaat, met die volledige statistiese ontleding en 'n groot deel van die spektroskopiese bevestiging nog op pad.

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

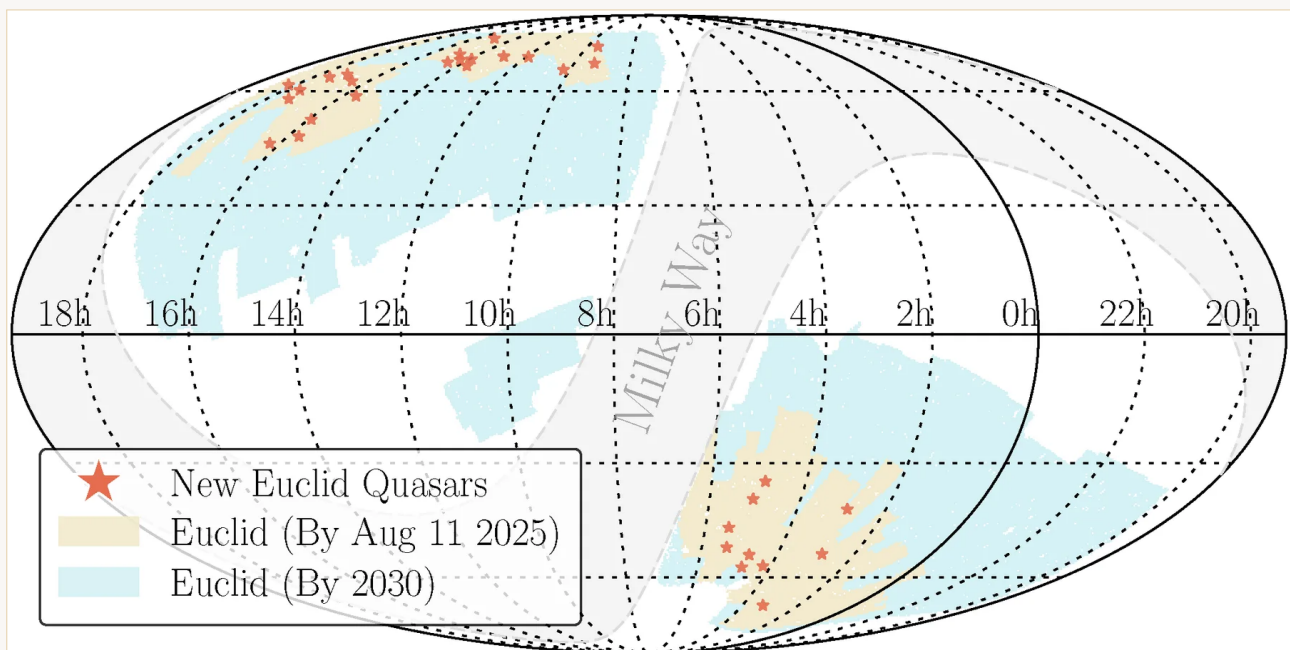
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

'n Opname wat vir seldsame dinge gebou is, het pas 'n hele klomp daarvan gevind

'n Kwasar is 'n supermassiewe swart gat wat betrap word terwyl dit voed en so helder brand terwyl dit gas insluk dat dit sy hele gasheerstelsel kan oorstraal. Omdat kwasars van die helderste bestendige bronne in die Heelal is, werk hulle as bakens: vind een ver genoeg weg en sy lig word 'n lamp wat agter miljarde jare se tussenliggende ruimte omhoog gehou word.

Die mees afgeleë kwasars, dié waarvan die lig vertrek het toe die Heelal minder as 'n miljard jaar oud was, is ook die skaarsste. Voordat die Euclid-ruimteteleskoop sy hoofopname begin het, was slegs ongeveer nege van hulle anderkant rooiverskuiwing 7 bevestig — 'n telling wat stadig opgebou is sedert die eerste so 'n ontdekking in 2011.

In 'n nuwe artikel in *Astronomy & Astrophysics* rapporteer die Euclid Collaboration 31 nuwe kwasars tussen rooiverskuiwing 6,6 en 7,8, gevind in net die eerste jaar en 'n half van die opname. Twaalf van hulle lê by rooiverskuiwing 7 of hoër. Daardie enkele rondte het die bekende bevolking by dié rooiverskuiwings meer as verdubbel. Dit is 'n verhaal oor die krag van 'n opname, en dit is die moeite werd om presies te wees oor wat dit beteken — en wat nie.



Die deel van die Euclid Wide Survey wat tot dusver gedek is (beige) teenoor die volledige gebied wat teen 2030 beplan word (siaan), met die 31 nuut ontdekte hoë-rooiverskuiwing-kwasars in rooi gemerk. Hulle kom uit net die eerste deel van 'n opname wat uiteindelik sowat 14 000 vierkante grade moet karteer — die opnamekrag-verhaal in een prent.

Euclid made the small $z \geq 7$ sample visibly larger

The point is not 'the first quasars'; it is a sparse high-redshift census getting less sparse.



Boundary: a bigger census of rare high-redshift quasars, not a claim about the first objects in the Universe.

Voor Euclid was ongeveer nege kwasars anderkant rooiverskuiwing 7 bekend (2011–2024). Hierdie een vroeë rondte het nog twaalf bygevoeg — die “verdubbeling” konkreet gemaak, op ‘n steeds klein monster.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Waarom kwasars so ver weg die moeite werd is

Rooiverskuiwing meet hoeveel die uitbreiding van die Heelal ‘n bron se lig op pad na ons gerek het; ‘n hoër rooiverskuiwing beteken ouer lig en ‘n vroeër Heelal. By rooiverskuiwing 7 kyk ons terug na minder as ‘n miljard jaar ná die Oerknal, in die stertkant van die epog van herionisasie, toe die eerste helder voorwerpe die mis van neutrale waterstof wat die vroeë ruimte gevul het, begin wegbrand het.

Wat ‘n rooiverskuiwing is, en waarom dit tegelyk as afstand en horlosie werk

As die woordeskat nuut is: ‘n *rooiverskuiwing* is hoeveel ‘n bron se lig teen die tyd dat dit ons bereik na langer, rooier golflengtes gerek is. Twee dinge maak dié enkele getal so nuttig. Eerstens beweeg lig teen ‘n vaste snelheid, dus sien ons enigiets wat ver weg is ook soos dit lank gelede was — om diep die ruimte in te kyk, is om terug in tyd te kyk. Tweedens het die Heelal gedurende die lig se hele reis uitgebrei; hoe langer die reis, hoe meer is die lig gerek. ‘n Groter rooiverskuiwing beteken dus lig wat vroeër vertrek het, van verder weg, toe die kosmos jonger was. Rooiverskuiwing 7 is hier lig van minder as ‘n miljard jaar ná die Oerknal — ver onder ‘n tiende van die Heelal se huidige ouderdom.

Kwasars uit hierdie era is om twee afsonderlike redes nuttig. Eerstens huisves elkeen reeds ‘n swart

gat van honderde miljoene tot miljarde sonmassas. Dit is moeilik om iets so swaar so vroeg te laat groei: onder die gewone beperkings op hoe vinnig 'n swart gat materiaal kan invang, het net betreklik massiewe “saadjies” genoeg tyd om binne die beskikbare paar honderd miljoen jaar dié massas te bereik. Die blote bestaan en sensus van hierdie voorwerpe beperk dus hoe die eerste supermassiewe swart gate gevorm en gegroei het. Tweedens dra 'n kwasar se lig, terwyl dit deur die omliggende intergalaktiese medium gaan, 'n afdruk van hoe neutraal daardie gas was, wat elke kwasar 'n sonde van herionisasie self maak.

Die vangplek is dat hulle buitengewoon skaars en moeilik is om te vind. By dié rooiverskuiwings word 'n kwasar se sterkste kenmerk, die Lyman-alfa-breuk, uit die optiese en in die naby-infrarooi gerek, dus verg dit diep naby-infrarooi beeldvorming oor 'n groot gebied om hulle te vind — ongeveer een kwasar per honderd vierkante grade tot by die relevante helderheid. Diep én wyd in die naby-infrarooi, van die grond af, is presies die kombinasie wat onbetaalbaar moeilik was. Dit is die gaping wat Euclid gebou is om te vul.

Wat Euclid eintlik gedoen het

Euclid is 'n 1,2-meter-ruimteteleskoop wat 'n sesjaar-opname uitvoer wat bedoel is om ongeveer 14 000 vierkante grade van die hemel in sowel optiese as naby-infrarooi lig te karteer. Bo die atmosfeer kan dit oor 'n wye veld dieptes bereik wat grondgebaseerde naby-infrarooi opnames nie kan ewenaar nie. Hierdie artikel gebruik die data wat gedurende ongeveer die eerste jaar en 'n half van die opname ingekom het — sowat 3000 vierkante grade wat tussen Februarie 2024 en Augustus 2025 waargeneem is.

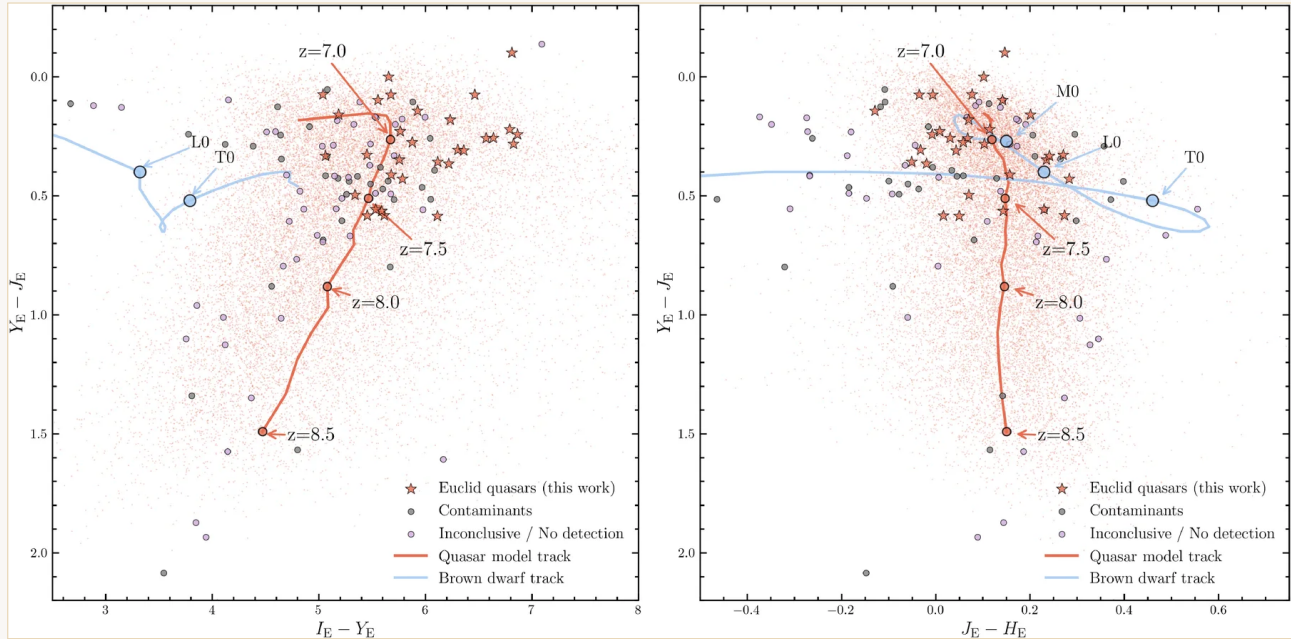


Die Euclid-ruimtetuig in die skoonkamer voor lansering. Die 1,2-meter-teleskoop kyk deur die bokant van die wit silinder na die hemel; van bo die atmosfeer bereik sy wyeveld-naby-infrarooi kamera oor 'n groot gebied dieptes wat grondgebaseerde soektogte nie kan ewenaar nie.

ESA / NASA Science fair-use

Om 31 naalde in daardie hooimied te vind was nie bloot 'n kwessie van kyk nie. Die span het pasgemaakte fotometrie gebou en daarna verskeie masjienleer- en waarskynlikheidsklassifiseerders daarop toegepas — 'n extreme-deconvolution-digtheidsmodel, 'n gradient-boosted-klassifiseerder en sjabloongebaseerde passing — om vir elke dowwe puntbron die waarskynlikheid te skat dat dit 'n hoë-rooiverskuiwing-kwasar eerder as een van die veel talryker kontaminante was, hoofsaaklik koel bruin dwerge waarvan die kleure 'n afgeleë kwasar naboots. Kandidate is tussen metodes gekruiskontroleer, visueel nagegaan en vir opvolg geprioritiseer. Euclid se eie beelde kies die kandidate; die bevestigings kom van spektra wat met groot grondteleskope geneem is — onder meer Magellan en die Large Binocular Telescope — wat die lig fyn genoeg opsplits om die kenmerkende breuk en emissielýne te sien.

Daardie bevestigingstap is eerlike werk wat nog aan die gang is. Die spektroskopiese opvolg duur voort en het, in die artikel se eie woorde, nog nie volle volledigheid bereik nie, veral in die suidelike hemel. Van die kandidate wat opgevolg is maar nie een van die 31 bevestigde kwasars geword het nie, gee die artikel 'n eenvoudige rekening: baie was kontaminante ('n groot deel waarskynlik bruin dwerge), sommige was onbeslis en sommige het geen opspoorbare sein getoon nie. 'n Groep bevestigde kwasars is die opskrif; die volledige rekening van wat die seleksie vind en miskyk, word vir latere artikels gelaat.



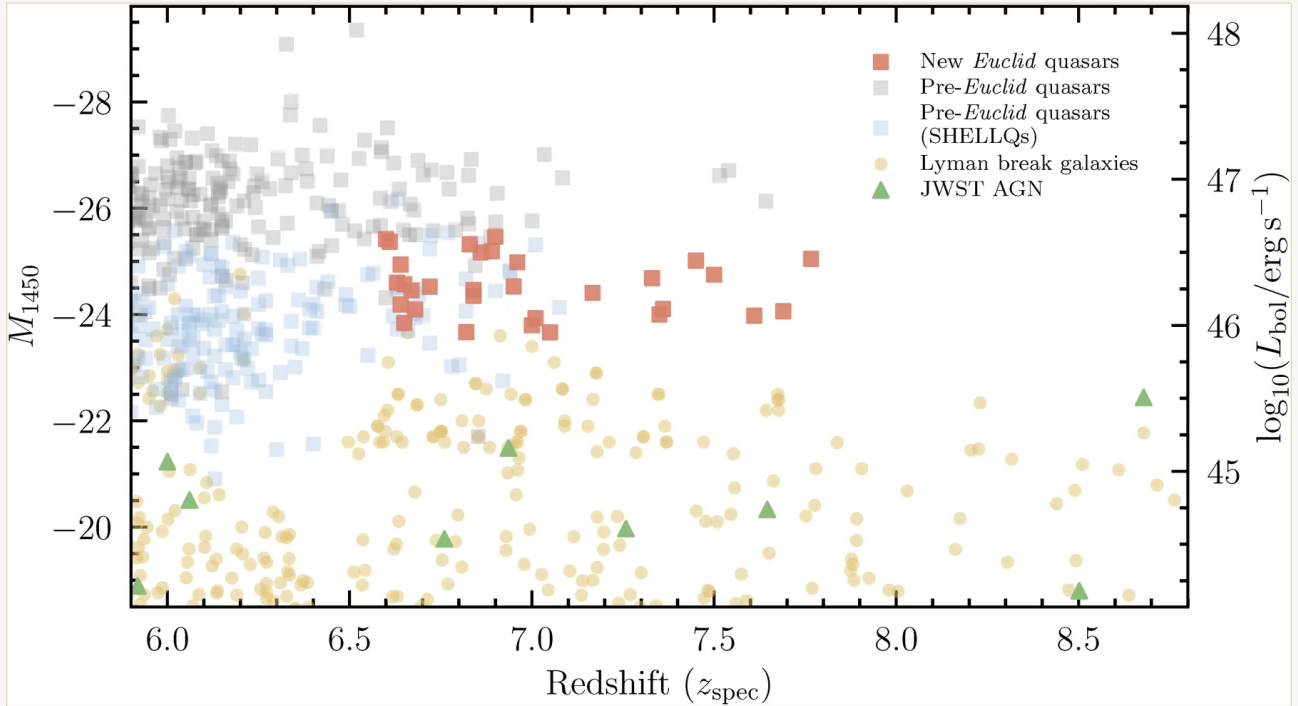
Kleur-kleur-diagram: hoe Euclid 'n afgeleë kwasar van 'n nabygeleë bruin dwerg onderskei. Elke as wys die verskil tussen 'n voorwerp se helderheid in twee Euclid-filters en vang dus die kleur van sy lig eerder as bloot sy helderheid vas. Die rooi kromme wys waar hoë-rooiverskuiwing-kwasars voorspel word om te lê (die etikette merk rooiverskuiwing 7,0 tot 8,5); die ligblou kromme wys koel bruin dwerge — die belangrikste nabootsers — gemerk volgens tipe van M0 tot T0. Die 31 nuwe kwasars (rooi sterre) lê langs die kwasarspoor; bevestigde kontaminante (grys) en onbesliste of onopgespoorde kandidate (violet) val daarvan weg. Waar die twee spore naby mekaar loop, kan kleur alleen nie besluit nie — daarom het elke kwasar steeds spektroskopiese bevestiging nodig.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Die rekord, in verhouding gehou

Een van die 31, gekatalogiseer as EUCL J1729+6410, lê by rooiverskuiwing ongeveer 7,77 en is nou die mees afgeleë bekende kwasar. Dit is 'n werklike rekord, en dit is die moeite werd om eenvoudig te sê hoe groot die stap is. Oor twee dekades se toegewyde soektogte is die grens tot ongeveer rooiverskuiwing 7,5 verskuif, met die onmiddellik vorige rekordhouer by ongeveer 7,64. Om dit na 7,77 te skuif is 'n werklike vooruitgang, maar 'n inkrementele een — die artikel stel die toename op ongeveer 0,13 in rooiverskuiwing, ongeveer vyftien miljoen jaar kosmiese tyd. 'n Stootjie, nie 'n sprong nie.

Die betekenisvoller getal is die ander een: om die monster bo rooiverskuiwing 7 in 'n enkele vroeë rondte te verdubbel. 'n Rekordhouer is een voorwerp, en een voorwerp is een datapunt. 'n Verdubbelde en groeiende bevolking is wat statistiek moontlik maak — meet hoe algemeen dié swart gate was, hoe helder, hoe gegroepeer — en statistiek is waar die wetenskap van die vroeë Heelal werklik leef. Die meeste nuwe kwasars is ook relatief dof, een tot twee magnitudes dowwer as die helder kwasars wat voor Euclid gevind is. Dié dowwe kant is moeiliker om te bereik en, vir herionisasiestudies, waardevoller: dowwer kwasars kerf kleiner geïoniseerde borrels om hulself, dus bemonster hul lig meer van die gas wat nog neutraal is.



Waar die nuwe kwasars val: helderheid teenoor kosmiese afstand. Die horisontale as is rooiverskuiwing — verder regs beteken vroeër in die kosmiese geskiedenis. Die vertikale as is elke kwasar se intrinsieke ultraviolethelderheid, op die grafiek M_{1450} genoem; volgens die ou astronomiese magnitude-konvensie loop dit agteruit, dus beteken hoër op helderder (die regterkantse skaal stel dieselfde ding as totale, of *bolometriese*, luminositeit weer). Só gelees is die grafiek 'n sensus. Die helder, voorheen bekende kwasars (grys) drom by laer rooiverskuiwings saam; 'n dieper opname, SHELLQs (ligblou), het dowwer voorwerpe bereik maar nie veel verder terug in tyd nie. Die 31 nuwe Euclid-kwasars (rooi) strek daardie helder bevolking tot by die hoogste rooiverskuiwings — die heel regterste is die rekordhouer by 7,77 — terwyl hulle ongeveer een tot twee magnitudes dowwer as die klassieke helder kwasars is. Onder hulle lê die gebied wat net diep, nou opnames bereik: 'n see van Lyman-breuk-sterrestelsels (geel) en die handvol baie dowwe aangroeiende swart gate wat JWST uitgewys het (groen driehoeke). Euclid se bydrae verskyn as 'n aparte groep — betreklik helder kwasars, baie vroeg, oor 'n wye gebied — wat die ou helder monster verbind met die dowwe bevolking wat, vir nou, net doelgerigte instrumente kan bereik.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Wat nog onseker is

Drie voorbehoude reis saam met hierdie resultaat, en die artikel stel elkeen self.

Eerstens is dit 'n aanvanklike resultaat, nie 'n finale meting nie. Die outeurs hou die omvattende statistiese ontleding van die seleksiefunksie en die kwasarbevolking uitdruklik terug vir komende publikasies. Die beperkings op die luminositeitsfunksie hier is 'n eerste blik, nie die laaste woord nie.

Tweedens is nie elke dowwe “kwasar” gewaarborg om werklik een te wees nie. Aan die dowwe kant kan sommige voorwerpe wat as kwasars geïdentifiseer is eerder kompakte vroeë sterrestelsels wees, veral as hulle nie 'n sterk verbrede Lyman-alfa-lyn het nie. Die span gee 'n voorlopige kontrole dat

die voorwerpe met puntbronne eerder as uitgebreide sterrestelsels strook, maar noem dit voorlopig: diep naby-infrarooi spektroskopie deur JWST en soortgelyke fasiliteite sal die ware aard van die dofste voorwerpe beslis.

Derdens is die voorwerpe self dof en naby die grens van wat grondgebaseerde spektroskopie kan karakteriseer. Om hul swartgatmassas, hul omgewings en hul plek in die verhaal van herionisasie vas te pen, sal JWST, ALMA en NOEMA verg. Euclid is baie goed om hierdie dinge te vind; dit gee hulle grootliks aan ander instrumente oor om te bestudeer.

Waarom dit saak maak

Die waarde van hierdie werk is demografies. Vir 'n dekade het die Heelal se eerste miljard jaar sterrekundiges net 'n kaal handvol kwasars gegee waaruit hulle kon redeneer. Euclid het in een vroeë deel van sy opname genoeg bygevoeg om dit van 'n lys in 'n monster te verander — en is, in ooreenstemming met voorlanseringsvoorspellings, op koers om aan te hou.

Dit maak saak omdat die oop vrae hier bevolkingsvrae is. Hoe het swart gate so vinnig so groot geword? Hoe vlekkerig en hoe neutraal was die intergalaktiese gas op verskillende tye? Geen enkele skouspelagtige voorwerp beantwoord dit nie; dit word beantwoord deur baie van hulle te tel, te vergelyk en te karteer. Wat Euclid gedemonstreer het, is die vermoë om daardie sensus te bou — ook aan die dowwe kant, wat aansluit by die raaiselagtige bevolking van aangroeiende swart gate wat JWST uit dieselfde era begin vind het. Hierdie artikel los nie op hoe die eerste swart gate gevorm het nie en meet nie op sy eie herionisasie nie. Dit verskaf die rou materiaal, in grootmaat, wat dié metings nodig het, en stel 'n duidelike grens vir die opvolgvelddogte wat reeds aan die gang is.

Kortliks

Met die eerste ongeveer 3000 vierkante grade van die Euclid Wide Survey het die Euclid Collaboration 31 nuwe kwasars tussen rooiverskuiwing 6,6 en 7,8 ontdek, waarvan twaalf by rooiverskuiwing 7 of hoër lê — meer as 'n verdubbeling van die bekende bevolking daar — insluitend een by rooiverskuiwing 7,77 wat nou die mees afgeleë kwasar op rekord is. Die belangrikheid is die opname se gedemonstreerde vermoë om hierdie seldsame, meestal dowwe voorwerpe in groot getalle te vind, nie die inkrementele rooiverskuiwingsrekord nie. Die resultate is 'n aanvanklike datavrstelling: die volledige statistiese ontleding, 'n groot deel van die spektroskopiese bevestiging en die gedetailleerde karakterisering van individuele voorwerpe moet nog kom.

Nugtere beoordeling

Wat die artikel wys: Dat die Euclid Wide Survey in sy eerste ~1,5 jaar oor ~3000 vierkante grade hoë-rooiverskuiwing-kwasars in getalle kan vind wat geen vorige opname kon nie — 31 bevestig tussen rooiverskuiwing 6,6 en 7,8, twaalf by rooiverskuiwing 7 of hoër, wat die bekende telling daar ongeveer verdubbel, met die mees afgeleë by rooiverskuiwing ~7,77.

Wat aannemelik is maar nie die punt nie: Die rooiverskuiwingsrekord self. Dit is werklik, maar skuif die grens net met ongeveer 0,13 in rooiverskuiwing — van 'n vorige rekord naby 7,64 na 7,77, sowat vyftien miljoen jaar kosmiese tyd. Die opskrif wat goed sal verouder is die verdubbelde, groeiende en buitengewoon dowwe monster, nie die enkele rekordhouer nie.

Wat dit nie wys nie: Hoe die eerste supermassiewe swart gate gevorm het, of 'n meting van herionisasie. Dié kwasars is die gereedskap vir daardie vrae, nie die antwoorde nie. Dit is ook nie die finale bevolkingsensus nie — die volledige statistiese ontleding word uitdruklik vir latere artikels gelaat.

Belangrikste beperkings vir 'n algemene leser: Spektroskopiese opvolg is onvolledig, veral in die suide; die luminositeitsfunksie-resultate is voorlopig; en sommige van die dofste voorwerpe wat as kwasars gemerk is kan vroeë sterrestelsels blyk te wees totdat JWST-klas-spektroskopie hulle bevestig.

Hoeveel vertroue behoort 'n algemene leser hierin te hê? Hoë vertroue dat Euclid verander het wat by dié rooiverskuiwings vindbaar is, en hoë vertroue in die ewekniebeoordeelde bevestigings van die helderder voorwerpe. Laer, volgens die outeurs se eie raamwerk, op die presiese getalle vir die dowwe bevolking en die aard van die dofste kandidate — dit is eerste resultate, nie afgehandelde resultate nie.

Bronne

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883>