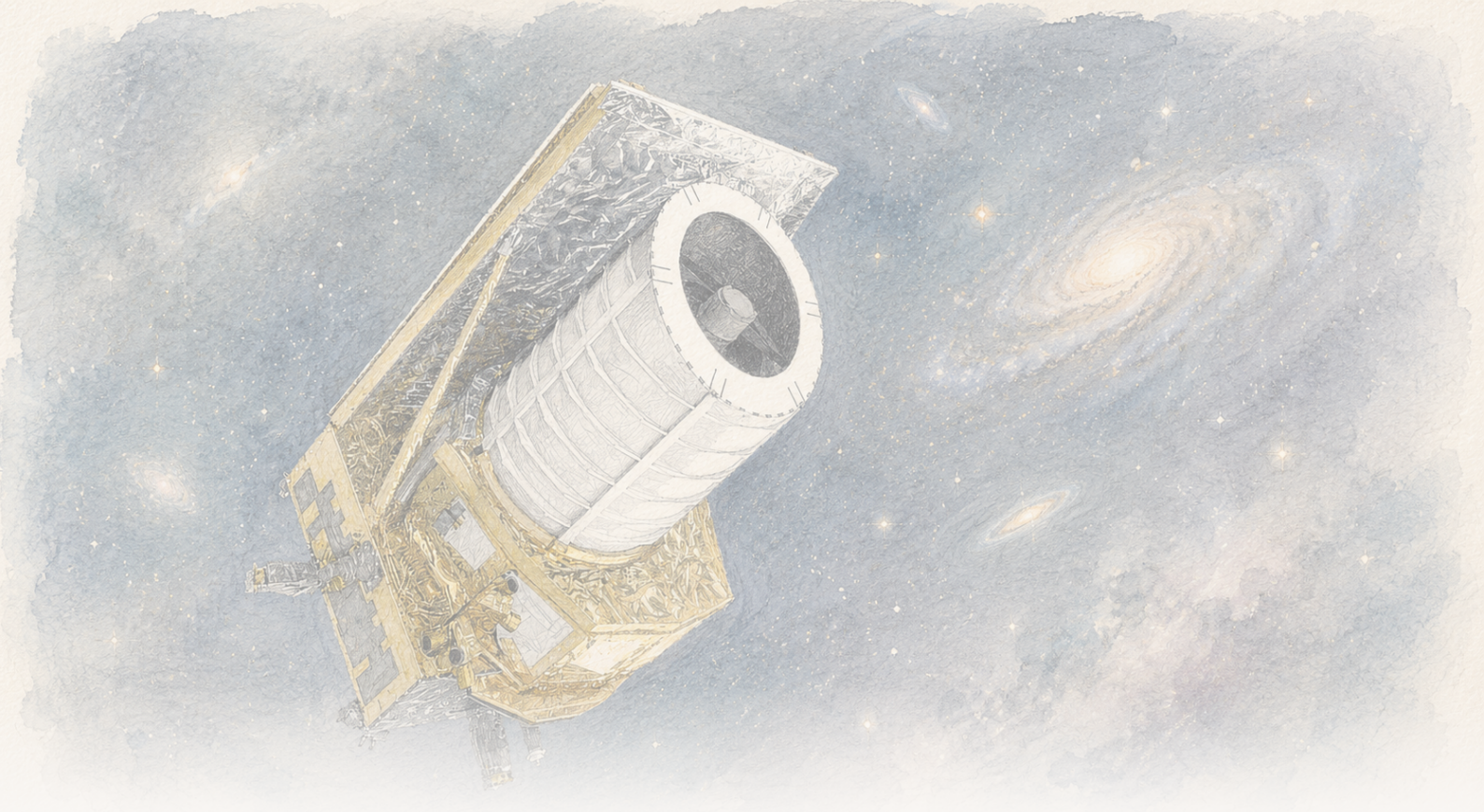


The Clean Paper

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

Euclid verdoppelt die kleine Stichprobe von Quasaren jenseits der Rotverschiebung 7 mehr als

In den ersten anderthalb Jahren des Euclid Wide Survey brachte eine Suche über rund 3000 Quadratgrad 31 neue Quasare zwischen Rotverschiebung 6,6 und 7,8 hervor. Zwölf davon liegen bei Rotverschiebung 7 oder höher und verdoppeln damit die kleine Zahl der vor Euclid dort bekannten Quasare mehr als; einer bei Rotverschiebung 7,77 ist nun der entfernteste bekannte Quasar. Der eigentliche Fortschritt ist nicht dieser einzelne Rekord, der eine seit Jahren nahe Rotverschiebung 7,5 liegende Grenze nur wenig verschiebt, sondern die Fähigkeit der Durchmusterung, diese seltenen und meist schwachen Objekte in großer Zahl zu finden. Erst dadurch werden sie als Sonden des jungen Universums statistisch wirklich nützlich. Es ist ein erstes Ergebnis; die vollständige statistische Analyse und ein großer Teil der spektroskopischen Bestätigung stehen noch aus.

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

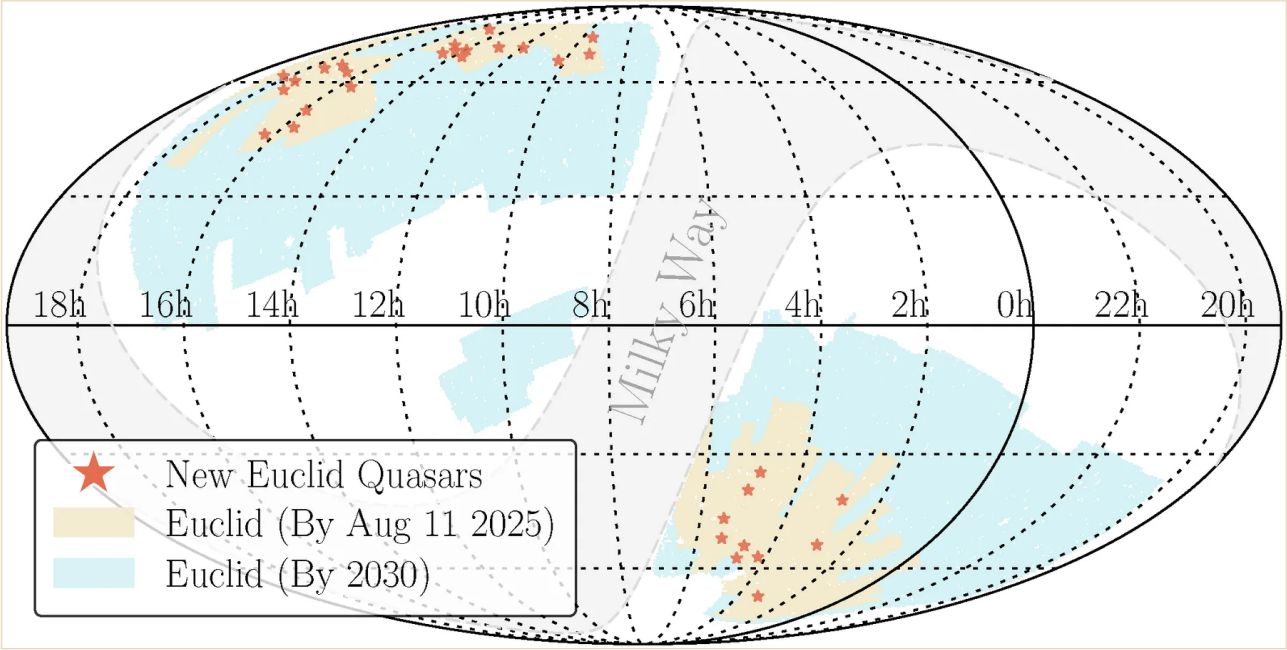
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Eine Durchmusterung für seltene Dinge hat gerade gleich einen ganzen Schwung davon gefunden

Ein Quasar ist ein supermassereiches Schwarzes Loch beim Fressen: Während es Gas verschluckt, leuchtet es so hell, dass es seine gesamte Wirtsgalaxie überstrahlen kann. Weil Quasare zu den leuchtkräftigsten dauerhaft strahlenden Quellen im Universum gehören, dienen sie als Leuchtfeuer. Findet man einen weit genug entfernt, wird sein Licht zu einer Lampe, die hinter Milliarden Jahren dazwischenliegendem Raum steht.

Die entferntesten Quasare — deren Licht sich auf den Weg machte, als das Universum weniger als eine Milliarde Jahre alt war — sind zugleich die seltensten. Bevor das Weltraumteleskop Euclid mit seiner Hauptdurchmusterung begann, waren jenseits von Rotverschiebung 7 nur etwa neun bestätigt; diese kleine Zahl war seit der ersten entsprechenden Entdeckung 2011 nur langsam gewachsen.

In einer neuen Arbeit in *Astronomy & Astrophysics* berichtet die Euclid Collaboration über 31 neue Quasare zwischen Rotverschiebung 6,6 und 7,8, gefunden allein in den ersten anderthalb Jahren der Durchmusterung. Zwölf davon liegen bei Rotverschiebung 7 oder höher. Dieser eine Durchlauf hat die bekannte Population in diesem Bereich mehr als verdoppelt. Die eigentliche Geschichte handelt von der Leistungsfähigkeit einer Durchmusterung — und es lohnt sich, präzise zu sagen, was das bedeutet und was nicht.



Der bisher abgedeckte Bereich des Euclid Wide Survey (beige) im Vergleich zur bis 2030 geplanten Gesamtfläche (cyan), mit den 31 neu entdeckten Quasaren hoher Rotverschiebung in Rot. Sie stammen nur aus dem ersten Teil einer Durchmusterung, die am Ende rund 14.000 Quadratgrad kartieren soll — die Geschichte von Euclids Durchmusterungsleistung in einem Bild.

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

Vor Euclid waren etwa neun Quasare jenseits von Rotverschiebung 7 bekannt (2011–2024). Dieser eine frühe Durchlauf fügte zwölf weitere hinzu — die „Verdopplung" konkret dargestellt, bei einer weiterhin kleinen Stichprobe.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Warum Quasare in dieser Entfernung die Mühe wert sind

Die Rotverschiebung misst, wie stark die Expansion des Universums das Licht einer Quelle auf seinem Weg zu uns gestreckt hat; eine höhere Rotverschiebung bedeutet älteres Licht und damit einen Blick in ein früheres Universum. Bei Rotverschiebung 7 sehen wir in eine Zeit weniger als eine Milliarde Jahre nach dem Urknall zurück, an das Ende der Epoche der Reionisation, als die ersten leuchtenden Objekte den Nebel aus neutralem Wasserstoff ionisierten, der den frühen Kosmos erfüllte.

Was eine Rotverschiebung ist — und warum sie zugleich Entfernung und Uhr sein kann

Falls die Begriffe neu sind: Eine *Rotverschiebung* beschreibt, wie stark das Licht einer Quelle bis zu seiner Ankunft bei uns zu längeren, röteren Wellenlängen gestreckt wurde. Zwei Dinge machen diese einzelne Zahl so nützlich. Erstens bewegt sich Licht mit fester Geschwindigkeit; alles, was weit entfernt ist, sehen wir deshalb zugleich weit in der Vergangenheit — tief in den Raum zu blicken heißt, in der Zeit zurückzublicken. Zweitens hat sich das Universum während der gesamten Reise des Lichts ausgedehnt. Je länger diese Reise dauert, desto stärker wird das Licht gestreckt. Eine größere Rotverschiebung bedeutet daher Licht, das früher und

> aus größerer Entfernung aufgebrochen ist, als der Kosmos jünger war. Rotverschiebung 7 entspricht hier Licht aus weniger als einer Milliarde Jahre nach dem Urknall — deutlich weniger als einem Zehntel des heutigen Alters des Universums.

Quasare aus dieser Epoche sind aus zwei getrennten Gründen nützlich. Erstens beherbergt jeder von ihnen bereits ein Schwarzes Loch mit Hunderten Millionen bis Milliarden Sonnenmassen. Etwas so Schweres so früh wachsen zu lassen ist schwierig: Unter den üblichen Grenzen dafür, wie schnell ein Schwarzes Loch Materie aufnehmen kann, bleibt in den wenigen Hundert Millionen verfügbaren Jahren nur dann genug Zeit, wenn die ursprünglichen „Keime“ bereits relativ massereich waren. Schon die Existenz und Häufigkeit dieser Objekte schränkt daher Modelle dafür ein, wie die ersten supermassereichen Schwarzen Löcher entstanden und wuchsen. Zweitens trägt das Licht eines Quasars, das durch das umgebende intergalaktische Medium läuft, Spuren davon, wie viel dieses Gases noch neutral war. Damit wird jeder Quasar zu einer Sonde der Reionisation selbst.

Der Haken: Sie sind außerordentlich selten und schwer zu finden. Bei diesen Rotverschiebungen ist das stärkste Merkmal eines Quasars, der Lyman-alpha-Sprung, aus dem optischen Bereich ins nahe Infrarot verschoben. Man braucht deshalb tiefe Nahinfrarot-Aufnahmen über große Flächen — ungefähr einen Quasar pro hundert Quadratgrad bis zu den relevanten Helligkeiten. Tief *und* großflächig im Nahinfrarot vom Boden aus zu beobachten ist genau jene Kombination, die bisher kaum praktikabel war. Diese Lücke soll Euclid schließen.

Was Euclid tatsächlich gemacht hat

Euclid ist ein 1,2-Meter-Weltraumteleskop, das über sechs Jahre rund 14.000 Quadratgrad Himmel sowohl im sichtbaren als auch im nahinfraroten Licht kartieren soll. Oberhalb der Atmosphäre erreicht es über ein großes Gesichtsfeld Tiefen, mit denen bodengebundene Nahinfrarot-Durchmusterungen nicht mithalten können. Diese Arbeit verwendet die Daten aus den ersten ungefähr anderthalb Jahren der Durchmusterung — etwa 3000 Quadratgrad, beobachtet zwischen Februar 2024 und August 2025.

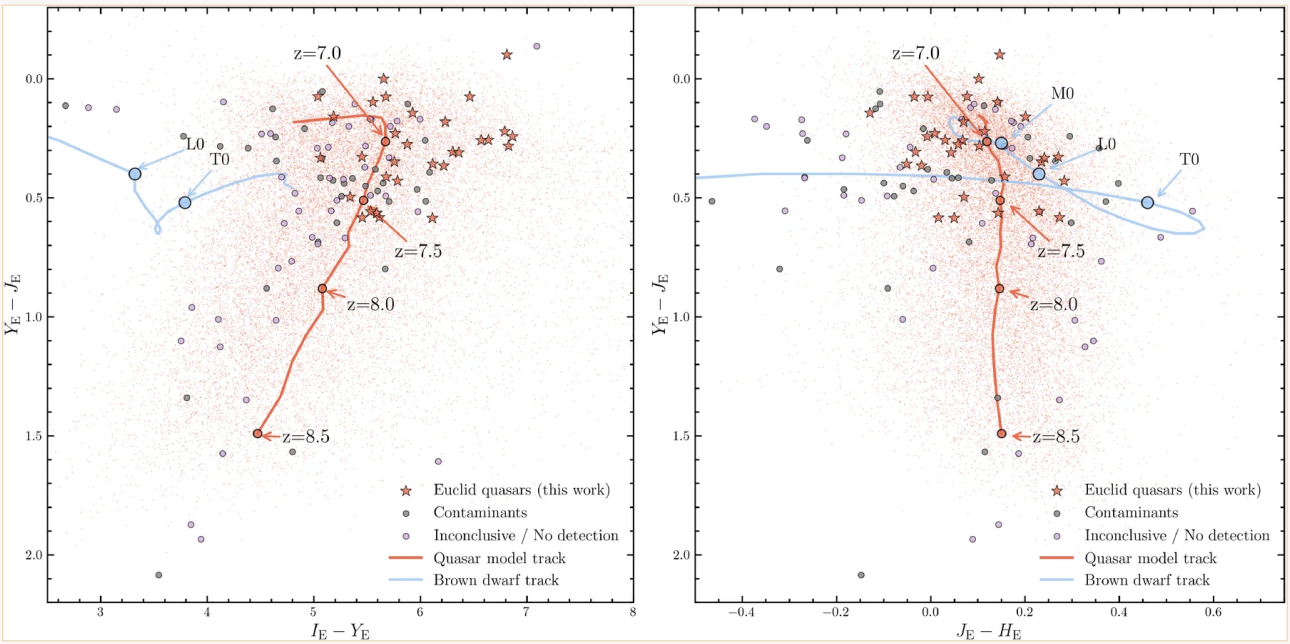
Die Raumsonde Euclid vor dem Start im Reinraum. Das 1,2-Meter-Teleskop blickt durch den oberen Teil des weißen Zylinders zum Himmel; oberhalb der Atmosphäre erreicht seine Weitfeld-Nahinfrarotkamera über große Flächen Tiefen, die bodengebundene Suchen nicht erreichen können.

ESA / NASA Science fair-use

31 Nadeln in diesem Heuhaufen zu finden war keine Sache des bloßen Hinschauens. Das Team entwickelte eine eigene Photometrie und ließ mehrere maschinelle Lernverfahren und probabilistische Klassifikatoren darüber laufen — ein Dichtemodell mit Extreme Deconvolution, einen Gradient-Boosting-Klassifikator und templatebasierte Fits —, um für jede schwache punktförmige Quelle abzuschätzen, wie wahrscheinlich sie ein Quasar hoher Rotverschiebung ist und nicht einer der sehr viel zahlreicheren Störfälle, vor allem kühle Braune Zwerge, deren Farben denen eines fernen Quasars ähneln. Kandidaten wurden zwischen den Methoden abgeglichen, visuell geprüft und für Nachbeobachtungen priorisiert. Die Euclid-Bilder selbst wählen die Kandidaten aus; die Bestätigung erfolgt durch Spektren großer bodengebundener Teleskope — darunter Magellan und das Large Binocular Telescope —, die das Licht fein genug zerlegen, um den charakteristischen Sprung und die Emissionslinien sichtbar zu machen.

Dieser Bestätigungsschritt ist ehrlicherweise noch nicht abgeschlossen. Die spektroskopischen Nachbeobachtungen laufen weiter und haben nach den eigenen Worten der Arbeit noch keine vollständige Abdeckung erreicht, besonders am Südhimmel. Die Studie dokumentiert auch offen, was aus den nachbeobachteten Kandidaten wurde, die nicht zu den 31 bestätigten Quasaren gehören: Viele waren Verunreinigungen beziehungsweise Fehlklassifikationen (ein großer Teil vermutlich Braune Zwerge), einige blieben unklar, bei anderen war kein Signal nachweisbar. Die bestätigte Gruppe von Quasaren liefert die Schlagzeile; die vollständige Bilanz dessen, was die Auswahl findet

und übersieht, wird späteren Arbeiten überlassen.



Farbe-Farbe-Diagramm: So unterscheidet Euclid einen fernen Quasar von einem nahen Braunen Zwerg. Jede Achse zeigt die Differenz zwischen der Helligkeit eines Objekts in zwei Euclid-Filtern und erfasst damit eher seine Farbe als seine absolute Helligkeit. Die rote Kurve zeigt, wo Quasare hoher Rotverschiebung erwartet werden (die Beschriftungen markieren Rotverschiebung 7,0 bis 8,5); die hellblaue Kurve zeigt kühle Braune Zwerge — die wichtigsten Doppelgänger —, beschriftet nach Typ von M0 bis T0. Die 31 neuen Quasare (rote Sterne) liegen entlang der Quasar-Spur; bestätigte Störquellen (grau) sowie unklare oder nicht detektierte Kandidaten (violett) liegen davon entfernt. Wo beide Spuren nahe beieinander verlaufen, reicht die Farbe allein nicht zur Entscheidung — deshalb braucht jeder Quasar weiterhin eine spektroskopische Bestätigung.

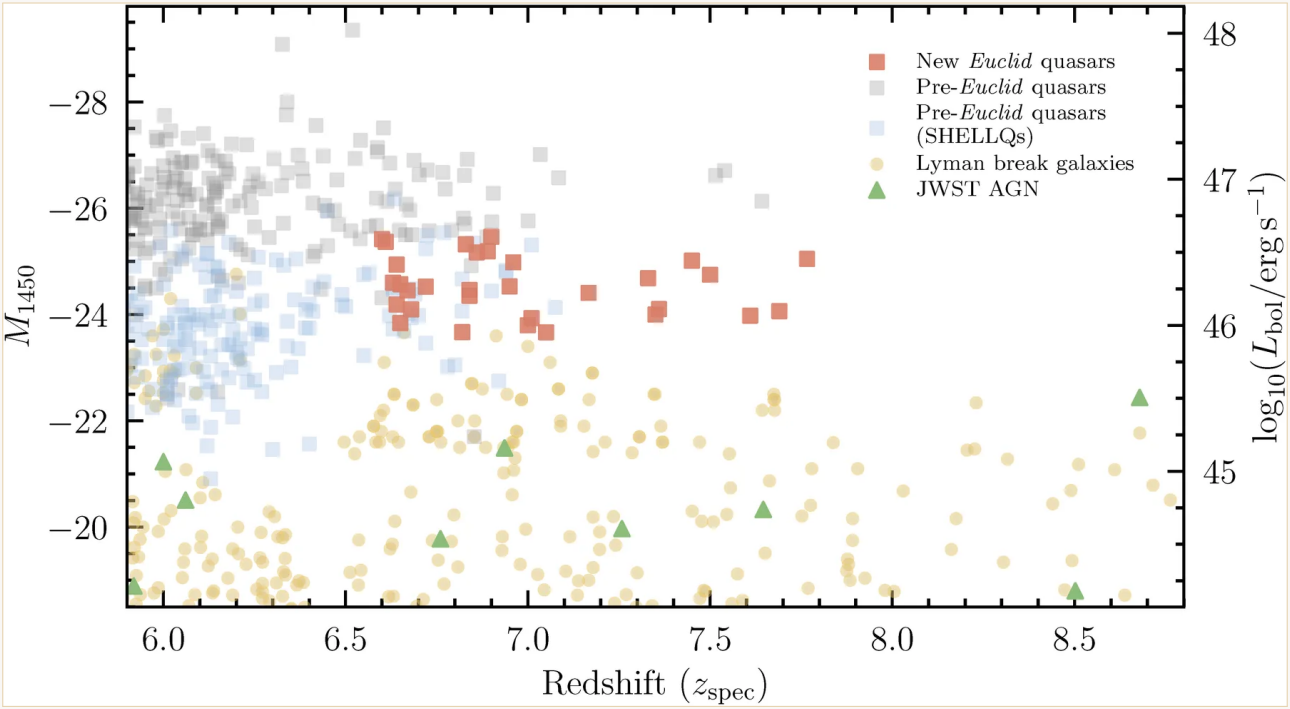
D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Der Rekord — in der richtigen Größenordnung

Einer der 31 Quasare, katalogisiert als EUCL J1729+6410, liegt bei einer Rotverschiebung von etwa 7,77 und ist nun der entfernteste bekannte Quasar. Das ist ein echter Rekord, doch auch die Größe dieses Schritts sollte klar benannt werden. Über zwei Jahrzehnte gezielter Suchen war die Grenze bis ungefähr Rotverschiebung 7,5 vorgeschoben worden; der unmittelbar vorherige Rekordhalter lag bei rund 7,64. Der Sprung auf 7,77 ist ein echter Fortschritt, aber ein inkrementeller — die Arbeit beziffert ihn auf etwa 0,13 in Rotverschiebung, entsprechend ungefähr fünfzehn Millionen Jahren kosmischer Zeit. Ein Schubs, kein Sprung.

Die folgenreichere Zahl ist die andere: In einem einzigen frühen Durchlauf wurde die Stichprobe oberhalb von Rotverschiebung 7 verdoppelt. Ein Rekordhalter ist ein Objekt, und ein Objekt ist ein Datenpunkt. Eine verdoppelte und weiter wachsende Population ermöglicht Statistik — zu messen, wie häufig diese Schwarzen Löcher waren, wie hell und wie stark sie räumlich gruppiert waren. Und in der Statistik liegt die eigentliche Wissenschaft des jungen Universums. Die meisten neuen

Quasare sind zudem vergleichsweise lichtschwach: etwa ein bis zwei Magnituden schwächer als die leuchtkräftigen Quasare, die vor Euclid gefunden wurden. Dieses schwache Ende ist schwerer zu erreichen und für Reionisationsstudien besonders wertvoll: Schwächere Quasare erzeugen kleinere ionisierte Blasen um sich herum, sodass ihr Licht mehr von dem noch neutralen Gas durchquert.



Wo die neuen Quasare liegen: Helligkeit gegen kosmische Entfernung. Die horizontale Achse zeigt die Rotverschiebung — weiter rechts bedeutet früher in der kosmischen Geschichte. Die vertikale Achse zeigt die intrinsische ultraviolette Helligkeit jedes Quasars, im Diagramm als M1450 bezeichnet; aufgrund der alten astronomischen Magnitudenkonvention läuft sie „rückwärts“, sodass weiter oben heller bedeutet (die rechte Skala gibt dasselbe als gesamte, also *bolometrische*, Leuchtkraft wieder). So gelesen ist die Grafik eine Bestandsaufnahme. Die hellen, schon bekannten Quasare (grau) häufen sich bei niedrigeren Rotverschiebungen; eine tiefere Durchmusterung, SHELLQs (hellblau), hatte schwächere Objekte erreicht, aber kaum weiter in die Vergangenheit geblickt. Die 31 neuen Euclid-Quasare (rot) verlängern diese leuchtkräftige Population bis zu den höchsten Rotverschiebungen — ganz rechts liegt der Rekordhalter bei 7,77 — und sind zugleich etwa ein bis zwei Magnituden schwächer als die klassischen hellen Quasare. Darunter liegt das Gebiet, das nur tiefe, schmale Durchmusterungen erreichen: eine große Population von Lyman-Break-Galaxien (gelb) und die wenigen sehr schwachen akkretierenden Schwarzen Löcher, die JWST gefunden hat (grüne Dreiecke). Euclids Beitrag erscheint als eigene Gruppe — relativ helle Quasare, sehr früh, über eine große Himmelsfläche — und schlägt eine Brücke von der alten hellen Stichprobe zu jener schwachen Population, die bislang nur gezielt beobachtende Instrumente erreichen.

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

Was noch unsicher ist

Drei Einschränkungen gehören zu diesem Ergebnis, und die Arbeit nennt alle drei selbst.

Erstens handelt es sich um ein erstes Ergebnis, nicht um die endgültige Messung. Die Autoren verschieben die umfassende statistische Analyse der Auswahlfunktion und der Quasarpopulation ausdrücklich auf kommende Publikationen. Die hier gezeigten Einschränkungen der Leuchtkraftfunktion sind ein erster Blick, nicht das letzte Wort.

Zweitens ist nicht garantiert, dass jedes schwache als „Quasar“ identifizierte Objekt tatsächlich einer ist. Am schwachen Ende könnten einige der Quasarkandidaten stattdessen kompakte frühe Galaxien sein, besonders wenn ihnen eine deutlich verbreiterte Lyman-alpha-Linie fehlt. Das Team führt einen vorläufigen Test an, wonach die Objekte eher mit Punktquellen als mit ausgedehnten Galaxien vereinbar sind, bezeichnet ihn aber selbst als vorläufig. Tiefe Nahinfrarot-Spektroskopie mit JWST und ähnlichen Einrichtungen wird die Natur der schwächsten Objekte klären müssen.

Drittens sind die Objekte selbst lichtschwach und liegen nahe an der Grenze dessen, was bodengebundene Spektroskopie charakterisieren kann. Ihre Schwarzlochmassen, ihre Umgebung und ihre Rolle in der Geschichte der Reionisation präzise zu bestimmen wird JWST, ALMA und NOEMA benötigen. Euclid ist sehr gut darin, diese Dinge zu finden; für die detaillierte Untersuchung reicht es sie weitgehend an andere Instrumente weiter.

Warum das wichtig ist

Der Wert dieser Arbeit liegt in der Demografie. Ein Jahrzehnt lang bot das erste Lebensmilliarde-Jahr des Universums Astronomen nur eine Handvoll Quasare, aus denen sie Schlüsse ziehen konnten. Euclid hat in einem frühen Teil seiner Durchmusterung genug hinzugefügt, um aus einer Liste eine Stichprobe zu machen — und liegt, im Einklang mit den Prognosen vor dem Start, auf Kurs, weiterzumachen.

Das ist wichtig, weil die offenen Fragen hier Populationsfragen sind. Wie konnten Schwarze Löcher so schnell so groß werden? Wie fleckig und wie neutral war das intergalaktische Gas zu verschiedenen Zeiten? Kein einzelnes spektakuläres Objekt beantwortet diese Fragen. Dafür muss man viele zählen, vergleichen und kartieren. Euclid hat demonstriert, dass es diesen Zensus aufbauen kann — auch am schwachen Ende, das mit der rätselhaften Population akkretierender Schwarzer Löcher zusammenhängt, die JWST aus derselben Epoche findet. Diese Arbeit löst nicht die Frage, wie die ersten Schwarzen Löcher entstanden, und sie misst nicht allein die Reionisation. Sie liefert in großer Zahl das Rohmaterial, das solche Messungen brauchen, und setzt eine klare Grenze für die bereits laufenden Nachbeobachtungskampagnen.

Kurz zusammengefasst

Mit den ersten rund 3000 Quadratgrad des Euclid Wide Survey entdeckte die Euclid Collaboration 31 neue Quasare zwischen Rotverschiebung 6,6 und 7,8, zwölf davon bei Rotverschiebung 7 oder höher — damit wurde die dort bekannte Population mehr als verdoppelt. Einer liegt bei Rotverschiebung 7,77 und ist nun der entfernteste bekannte Quasar. Entscheidend ist die demonstrierte Fähigkeit

der Durchmusterung, diese seltenen und meist schwachen Objekte in großer Zahl zu finden, nicht der kleine neue Rotverschiebungsrekord. Die Ergebnisse sind ein erster Datensatz: Die vollständige statistische Analyse, ein großer Teil der spektroskopischen Bestätigung und die detaillierte Charakterisierung einzelner Objekte stehen noch aus.

Nüchtern geprüft

Was die Arbeit zeigt: Dass der Euclid Wide Survey in seinen ersten ungefähr 1,5 Jahren über rund 3000 Quadratgrad Quasare hoher Rotverschiebung in Zahlen finden kann, die keine frühere Durchmusterung erreicht hat — 31 bestätigte Objekte zwischen Rotverschiebung 6,6 und 7,8, zwölf bei Rotverschiebung 7 oder höher, womit sich die bekannte Zahl dort ungefähr verdoppelt, und der entfernteste bei etwa 7,77.

Was plausibel ist, aber nicht der Kernpunkt: Der Rotverschiebungsrekord selbst. Er ist echt, verschiebt die Grenze aber nur um etwa 0,13 — vom vorherigen Rekord nahe 7,64 auf 7,77, ungefähr fünfzehn Millionen Jahre kosmischer Zeit. Die Schlagzeile, die Bestand haben dürfte, ist die verdoppelte, wachsende und ungewöhnlich lichtschwache Stichprobe, nicht der einzelne Rekordhalter.

Was die Arbeit nicht zeigt: Wie die ersten supermassereichen Schwarzen Löcher entstanden, oder eine Messung der Reionisation. Diese Quasare sind Werkzeuge für diese Fragen, nicht die Antworten. Ebenso wenig ist dies der endgültige Zensus der Population — die vollständige statistische Analyse wird ausdrücklich späteren Arbeiten überlassen.

Wichtigste Einschränkungen für allgemeine Leser: Die spektroskopische Nachbeobachtung ist noch unvollständig, besonders am Südhimmel; die Ergebnisse zur Leuchtkraftfunktion sind vorläufig; und einige der schwächsten als Quasare bezeichneten Objekte könnten sich noch als frühe Galaxien erweisen, bis Spektroskopie auf JWST-Niveau sie bestätigt.

Wie viel Vertrauen sollte ein allgemeiner Leser haben? Hohes Vertrauen darin, dass Euclid verändert hat, was bei diesen Rotverschiebungen überhaupt auffindbar ist, und hohes Vertrauen in die peer-reviewten Bestätigungen der helleren Objekte. Geringeres Vertrauen — ganz nach Einordnung der Autoren — in die genauen Zahlen für die schwache Population und in die Natur der allerschwächsten Kandidaten. Das sind erste Ergebnisse, keine abgeschlossene Geschichte.

Quellen

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