

Spacewalk Destinations

„OJ 287“ - Der Tanz zweier supermassiver schwarzer Löcher

Weit draußen in unserem Universum gibt es gewaltige Objekte, die so hell leuchten, dass sie noch in einer Entfernung von vielen Milliarden Lichtjahren zu sehen sind – selbst in kleineren Teleskopen mit nur wenigen Zoll Öffnung.

Sie werden je nach Leuchtkraft als Quasare (quasistellare Objekte) oder aktive Galaxienkerne (AGN) bezeichnet, die wiederum ihrerseits in „BL Lac“- Objekte und Seyfert- Galaxien vom Typ I bzw. II unterteilt werden. Trotz dieser unterschiedlichen Bezeichnungen ist den Objekten eines gemeinsam:

Es handelt sich um riesige schwarze Löcher, die auch als „Supermassive Black Holes“ oder abgekürzt als „SMBH“ bezeichnet werden. Diese sitzen im Zentrum von Galaxien (Wirtsgalaxien) und akkretieren dort Unmengen von Materie. Die eingesogenen Gas- und Staubmassen sammeln sich in der sogenannten „Akkretionsscheibe“ und werden bei diesem Vorgang auf Temperaturen von mehreren Millionen Kelvin aufgeheizt. Ein Teil der einfallenden Materie wird direkt nach der Formel $E=mc^2$ in Energie umgewandelt. Diese Art der Energiefreisetzung ist rund 10x effizienter als die Kernfusion. Abhängig davon, wie viel Materie das schwarze Loch akkretiert, entstehen dabei gewaltige Energiemengen, die vor allem im Röntgenbereich, aber auch im visuellen Spektralbereich abgestrahlt werden.

Einige Quasare können durch diesen Prozess der Energiefreisetzung viele Billionen mal heller leuchten als unsere Sonne und erreichen eine absolute Helligkeit von bis zu -31.5mag. Im Vergleich dazu weist unsere eigene Milchstraße mit ihren vielen hundert Milliarden Sternen eine absolute Helligkeit von „nur“ -21mag auf und ist damit um einen Faktor 10.000 lichtschwächer. Was das bedeutet, können wir uns vor Augen führen, wenn wir hierzu einen kleinen Vergleich anstellen. Würden wir einen solch extrem leuchtkräftigen Quasar in einer Entfernung von knapp einer halben Million Lichtjahre positionieren, so würde er an unserem Firmament immer noch so hell leuchten wie der Mond in einer sternklaren Nacht – nur eben nicht ausgedehnt, sondern sternförmig. Im Zentrum unserer Galaxie würde der QSO für uns sogar eine scheinbare Helligkeit von -17mag erreichen und damit den Vollmond um den Faktor 100x übertreffen. Gigantisch!

Doch nicht nur die Leuchtkraft, sondern auch die Massen solch gigantischer schwarzer Löcher im Zentrum ihrer Wirtsgalaxien erreichen ungeahnte Werte. Während das schwarze Loch im Zentrum unserer eigenen Milchstraße schon respektable 4 Millionen Sonnenmassen auf die Waage bringt und damit den zehnfachen Durchmesser unserer Sonne aufweist, können die schwersten SMBH viele Milliarden Sonnenmassen besitzen und sind damit ähnlich schwer wie kleine Galaxien.

OJ 287 – Der Tanz zweier supermassiver schwarzer Löcher

Bei „OJ 287“ handelt es sich um ein „BL Lac“ Objekt, welches am Frühlingshimmel im Sternbild Krebs zu finden ist. Das erste Beispiel für ein solches Objekt wurde 1929 im Sternbild „Eidechse“ (lat. Lacerta) gefunden, daher auch die Bezeichnung. Diese Objekte gehören der Gruppe der aktiven Galaxienkerne an, die ein wenig lichtschwächer als die oben erwähnten Quasare und in ihrer Helligkeit veränderlich sind. Die absoluten Helligkeiten liegen im Bereich von $M = -21...-23$ mag. Da „OJ 287“ eine absolute Helligkeit von knapp -25mag aufweist, müsste man das Objekt nach dieser Definition aber wohl eher der Kategorie „Quasar“ zuordnen.

Für die hohe Leuchtkraft von „OJ 287“ ist wieder ein supermassives schwarzes Loch verantwortlich, auf das wir später noch genauer zu sprechen kommen. Allerdings sind im Spektrum keine Emissionslinien sichtbar (oder nur sehr schwach ausgeprägt), was eine valide Ernennungsbestimmung schwierig macht. Das Fehlen der Linien spricht für die These, dass der relativistische Jet bei „OJ 287“ in Richtung Erde zeigt und wir direkt in diesen hinein schauen. Die Wirtsgalaxie wird dadurch komplett überstrahlt. Die Rotverschiebung konnte dennoch zu $z=0,306$ und damit die Entfernung zu $d=3,504$ Milliarden Lichtjahren bestimmt werden. Damit ist „OJ 287“ rund eine Milliarde Lichtjahre weiter entfernt als der bekannte Quasar „3C273“ im Sternbild Jungfrau.

Das Licht wurde ausgesandt, als die Erde erst eine Milliarde Jahre alt war. Zu diesem Zeitpunkt hatte unser Heimatplanet erstmals eine feste Kruste, die aber noch vielen Lavaströmen durchzogen war und durch das massive Bombardement mit Asteroiden immer wieder durchlöchert wurde. Aus dieser Zeit stammen die ersten Gesteinsformationen, die auch heute noch erhalten sind.

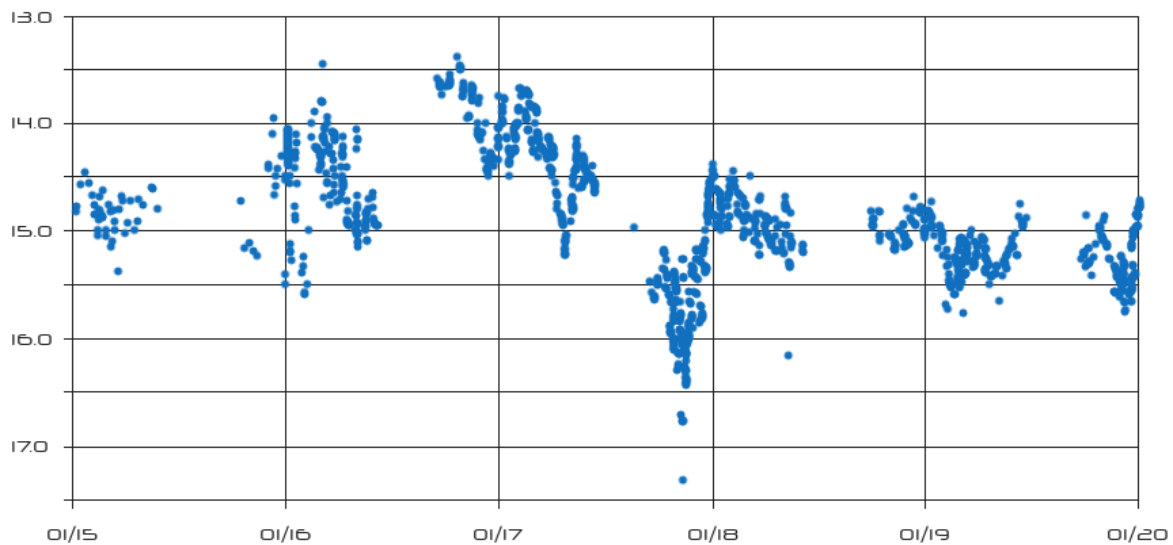
Spacewalk Destinations

„OJ 287“ - Der Tanz zweier supermassiver schwarzer Löcher

Die scheinbare Helligkeit von „OJ 287“ schwankt zwischen 12.5mag im Maximum und 17.5mag im Minimum. Es gibt also Phasen, in denen man das Objekt schon mit einer Öffnung von 4 Zoll sehen kann, während manchmal nicht einmal ein 50cm Teleskop für die Sichtung ausreicht.

Schauen wir uns also einmal die Lichtkurve der letzten 5 Jahre an, die mit Hilfe von Daten der „AAVSO“ erstellt wurde – einer Organisation für Beobachter von Veränderlichen Sternen.

Lichtkurve von "OJ 287"



Da „OJ 287“ im Sommer nicht beobachtbar ist, weist die Lichtkurve in diesem Zeitraum eine Lücke auf. Abseits davon erkennt man sowohl langperiodische Lichtwechsel im Bereich von vielen Monaten, aber auch kurzperiodische Wechsel, bei denen die Helligkeit in einem Zeitraum von drei Wochen um bis zu anderthalb Größenklassen variieren kann. Wie leicht „OJ 287“ zu beobachten ist, hängt also durchaus vom genauen Beobachtungszeitpunkt ab. In den letzten beiden Jahren lag die Helligkeit im Bereich von 14.5...15.5mag, so dass ein 16 Zoll Teleskop für die Beobachtung ausreichend war. Doch warum eigentlich schwankt die Helligkeit?

Zum einen liegt es daran, dass dem Supermassiven Schwarzen Loch im Zentrum der Wirtsgalaxie nicht mit einer konstanten Rate Gas und Staub zugeführt werden. Je mehr Materie akkretiert wird, umso heller leuchtet der AGN.

Doch dann weist „OJ 287“ eben noch eine weitere Besonderheit auf, die man in dieser Konstellation lange suchen muss. Denn statt einem einzelnen SMBH umkreisen sich im Fall von „OJ 287“ gleich zwei gewaltige schwarze Löcher mit einer Umlaufzeit von etwa 12 Jahren. Aufgrund dessen konnten die Massen der beiden SMBH auch ziemlich genau bestimmt werden. Das größere der beiden bringt sage und schreibe 18,35 Milliarden Sonnenmassen auf die Waage und gehört damit zu den schwersten bekannten Objekten im Universum. Mit einem Durchmesser von 110 Milliarden Kilometern ist es rund 10x so groß wie unser Sonnensystem. Doch selbst das kleinere SMBH wiegt mit 100 Millionen Sonnenmassen immer noch 25x mehr als „Sagittarius A*“ im Herzen unserer Milchstraße.

Alle 11 bis 12 Jahre durchstößt das kleinere SMBH bei seinem Umlauf die Akkretionsscheibe des größeren SMBH und es kommt zu einem Helligkeitsanstieg auf bis zu 12.5mag. Da der letzte Ausbruch dieser Art im Jahre 2016 war, müssen wir auf den nächsten nun wieder bis zum Jahr 2027/28 warten.

Doch das soll uns nicht davon abhalten, auch in der Zwischenzeit eine Beobachtung dieses extrem spannenden Objekts zu versuchen.

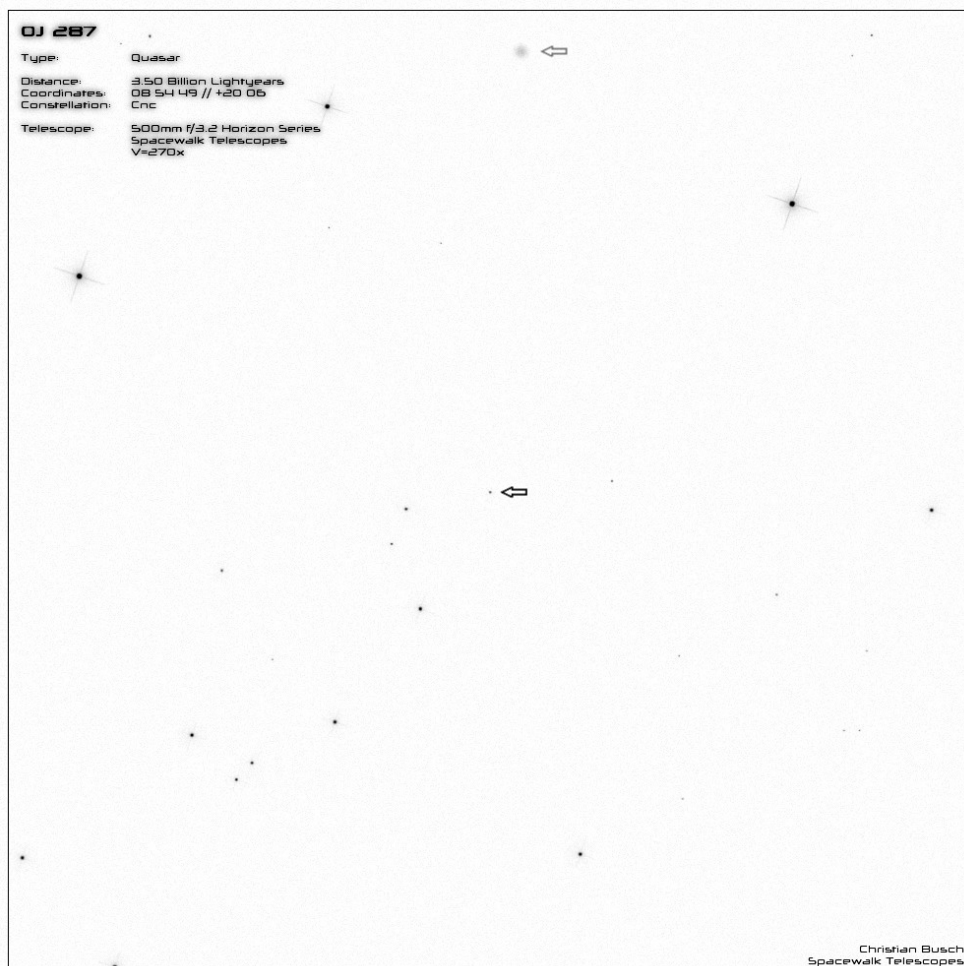
Spacewalk Destinations

„OJ 287“ - Der Tanz zweier supermassiver schwarzer Löcher

Die Beobachtung von „OJ 287“

Beim Anblick durch das Okular findet man bei 120x sofort eine markante Sterngruppe aus überwiegend 9mag hellen Sternen vor, zu der auch ein 7mag Stern gehört. Innerhalb dieser Gruppe taucht bei Vergrößerungen von 200x und mehr eine weitere kleine Sterngruppe in Form eines Trapez auf. Die dazugehörigen Sterne sind mit 14...15mag schon deutlich lichtschwächer und je nach Teleskopgröße nur mit indirektem Sehen zu erkennen. Hat man es bis hierhin geschafft, muss man nur noch den nordwestlichen „Stern“ dieser Gruppe identifizieren – das ist „OJ 287“. Wer möchte, kann die drei Sterne auch zur Helligkeitsschätzung verwenden und so über einen Zeitraum von einigen Wochen eine spannende Lichtkurve erstellen. Nördlich von „OJ 287“ ist übrigens noch eine kleine Galaxie (IC 2423) zu sehen, die 400 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist und im 50cm Teleskop als rundlicher, schwacher Blob erscheint.

Die nachfolgende Zeichnung (invertiert) zeigt den Anblick von „OJ 287“ in einem 500mm f/3.2 Dobson Teleskop der „Horizon“- Serie bei einer Vergrößerung von 270x. Wer möchte, kann sich die Zeichnung mit dunklem Hintergrund und in voller Auflösung auch gerne auf meiner Homepage anschauen.



Weiterführende Links:

- 1) Volle Auflösung Zeichnung: https://www.spacewalk-telescopes.de/zeichnungen/qso_oj_287.php
- 2) Aufsuchkarte für „OJ 287“: https://www.spacewalk-telescopes.de/findercharts/finderchart_qso_oj_287.pdf