**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft
**Band:** 55 (1997)
**Heft:** 283

**Artikel:** Hubble beobachtet Quasare
**Autor:** Jost-Hediger, Hugo
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-898693

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 09.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Hubble beobachtet Quasare

HUGO JOST-HEDIGER

Zwei verschiedenen Beobachtungsteams ist es mit dem HST gelungen, dramatische Bilder von Quasaren zu erhalten. Diese Bilder zeigen, dass Quasare in einer bemerkenswerten Vielfalt von Galaxien leben. Viele dieser Galaxien befinden sich miteinander in einer heftigen Kollission. Diese komplizierten Bilder lassen vermuten, dass verschiedene Mechanismen zum Zünden der Quasare, den energiereichsten Objekten des Universums, führen. Ebenso sind die Beobachter davon überrascht, dass die beobachteten Galaxien keine Spuren von Beeinflussungen durch die Quasare aufweisen. Dies bedeutet, dass Quasare relativ kurzlebige Phänomene in einer längst vergangenen Epoche sind.

## Was sind Quasare?

Quasare waren so schwer zu fassen und so seltsam, dass die Jagd nach ihnen und die Definition ihrer Eigenschaften wohl selbst die analytischen Fähigkeiten von Sherlock Holmes überfordert hätte.

Seit ihrer Entdeckung 1963 versuchten Astronomen verbissen, das Geheimnis zu ergründen, wie diese kompakten Leuchtfeuer, welche an der äusseren Grenze des Universums liegen, ihre Energie erzeugen. Quasare sind nicht grösser als unser Sonnensystem. Sie erzeugen jedoch so viel Licht, dass sie selbst Galaxien mit hunderten von Milliarden Sternen überstrahlen. Die Quasare haben seit ihrer Entdeckung viele Spuren der Erkenntnis hinterlassen. Wissenschaftler stehen heute jedoch erst am Anfang, das Wesen der Quasare zu verstehen.

Da Quasare optisch wie Sterne aussehen, blieben sie während Jahrzehnten unentdeckt. Niemand erwartete irgendetwas mehr. 1940 dann entdeckten Wissenschaftler, dass Himmelsobjekte auch Radiostrahlung aussenden und begründeten so die Radioastronomie.

Schon bald begannen die Radioastronomen mit der Radioüberwachung des Himmels, um möglichst viele Objekte mit Radiostrahlung zu finden und sie dann optisch sichtbaren Objekten zuzuordnen. Diese Überwachung liess einige im Radiobereich strahlende Objekte, welche mit der Position von kleinen, sternähnlichen Objekten übereinstimmten, übrig.

Die Astronomen ALLAN SANDAGE und THOMAS MATTHEWS versuchten 1960, diese seltsamen Objekte zu entschleiern. Sie fanden zu ihrer Überraschung eine starke Radioquelle, deren optisches Gegenstück im sichtbaren Licht nur wie ein schwacher Stern aussah. Dieses Objekt emittierte jedoch bedeutend mehr Radiostrahlung und ultraviolette Strahlung als ein typischer Stern.

1962 nahm sich der Britische Radioastronom CYRIL HAZARD dem Problem an. Er wendete eine geniale Methode an und verwendete den Mond als Marke, um eine Radioquelle auf den Punkt genau zu lokalisieren. Wenn sich der Mond bei einer Okkultation vor die Radioquelle schob, mass er den genauen Zeitpunkt des Verschwindens der Radioquelle, wie auch später den genauen Zeitpunkt des Wiedererscheinens.

Er verpasste aber beinahe die Gelegenheit, eines dieser seltenen Ereignisse aufzuzeichnen. HAZARD arbeitete an der Universität von Sydney und hatte die Beobachtung mit dem Parkes Radio-Teleskop, viele hundert Kilometer von Sydney entfernt im Hinterland von Australien, organisiert. Die Nacht der Bedeckung kam, HAZARD nahm den falschen Zug und verpasste die Beobachtung. Glücklicherweise führten aber der Beobachtungsdirektor des Observatoriums, JOHN BULTON und ein paar Mitarbeiter die Beobachtung ohne HAZARD durch. Aber BULTON hatte auch so seine Probleme. Er konnte das Teleskop für die Beobachtung nicht tief genug herunterfahren, da einige Bäume im Wege standen. BULTON fällte sie kurzerhand, entfernte am Teleskop die Sicherungsbolzen und bewegte das viele tausend Tonnen schwere Teleskop vorsichtig auf das Beobachtungsobjekt.

Die Astronomen beobachteten eine Radioquelle, welche einem einzelnen sternähnlichen Objekt, 3C 273 in der Jungfrau, zugeordnet werden konnte. Dieses Objekt sandte eine enorme Radiostrahlung aus. Eine optische Analyse des Spektrums zeigte etwas, was keiner anderen Beobachtung ähnlich war.

Was war es? 1963 entzifferte MAARTEN SCHMIDT am Mount Palomar Observatorium den Code. Das Spektrum enthielt seltsame, breite Emissionslinien, was zuerst zu einiger Konfusion führte. Bald aber realisierte SCHMIDT, dass er ein normales Spektrum von Wasserstoff betrachtete. Die Linien waren aber so stark gegen das rote Ende des Spektrums verschoben, dass sie fast nicht zu entdecken waren. Als Erklärung blieb nur eine Schlussfolgerung: Dieses Objekt bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von rund 50 000 km/s von uns weg. Dies bedeutete, dass es sich in einer Entfernung von rund 3 Milliarden Lichtjahren befand. Flugs bezeichneten Astronomen diese Art von Objekten als quasi-stellare Radioquellen.

Nun begann die Jagd, die Art dieser Objekte zu definieren. Wie entstanden sie? Was füttert sie? Befinden sie sich in Galaxien? Wie können so kleine Objekte mit einem Durchmesser von vielleicht einigen Lichtmonaten eine solche Menge von Energie abstrahlen?

Die Jagd nach Quasaren wurde ein Hauptsport der Astronomen. Tausende von ihnen wurden in der Zwischenzeit identifiziert. SANDAGE fand auch Quasare, welche keine Radiowellen aussenden. Diese «Radio-stillen» Quasare umfassen inzwischen 99% aller Quasare.

Der Russische Wissenschaftler YAKOV ZELDOVICH schlug als Erklärung der Natur der Quasare die Theorie vor, welche heute allgemein als richtig angesehen wird. Wenn ein grosser Stern am Ende seines Lebens zu einem kleinen Punkt mit unendlicher Dichte zusammenbricht, entsteht ein sogenanntes «*Schwarzes Loch*». Astronomen glauben nun, dass ein schwarzes Loch in einem Galaxienkern Gas und Sterne frisst und so den Quasar zündet. Dabei wird gleichzeitig die enorme Radiostrahlung ausgesandt.

Trotz allen Theorien blieben viele Fragen unbeantwortet. Quasare sind so hell, dass es mit erdgebundenen Teleskopen unmöglich ist festzustellen, ob sie sich in Galaxien oder sonstwo befinden. Die Beantwortung dieser Fragen war schliesslich einer der Hauptgründe, das Hubble Space Teleskop auf seine Umlaufbahn zu schicken. Und Sie werden im nächsten Abschnitt sehen: Es hat sich gelohnt!

## Hubbles Entdeckungen

Die Untersuchungen an den Quasaren wurden mit der «Wide Field Planetary Camera 2» durchgeführt. Für die Beobachtungen wurden 14 der hellsten und uns nahestehenden Quasare ausgewählt. Es bestand Grund zur Annahme, dass mit der grossen Auflösung und Empfindlichkeit zumindest die Galaxien, in welchen die Quasare zu Hause sind, und welche mit bodengestützten Teleskopen nicht gesehen werden können, enthüllt werden könnten.

«*Wir waren sehr erstaunt, als die Bilder von 8 Quasaren die hellen Galaxien, in welchen Sie gemäss unseren Simulationen hausen sollten, nicht zeigten*» sagte der beteiligte Astronom BAHCALL von der Pennsylvania State University. «*Jedoch konnten immerhin 3 mittelhelle Galaxien, welche je einen Quasar enthalten, fotografiert werden.*»

«*Wenn wir bisher meinten, wir hätten eine komplette Theorie der Quasare so wissen wir heute, dass dem nicht so ist*» meinte J. BAHCALL. «*Wir sehen kein*

*übereinstimmendes Muster, in welches alle Beobachtungen passen. Die generelle Annahme war, dass Quasare nur in einem Galaxientyp vorkommen und dass eine bestimmte Art eines kathastrophalen Ereignisses Quasare zünden und füttern würde. In der Realität haben wir aber nicht nur ein einzelnes Bild, sondern eine Mischung einer Vielzahl unterschiedlicher Bilder.»*

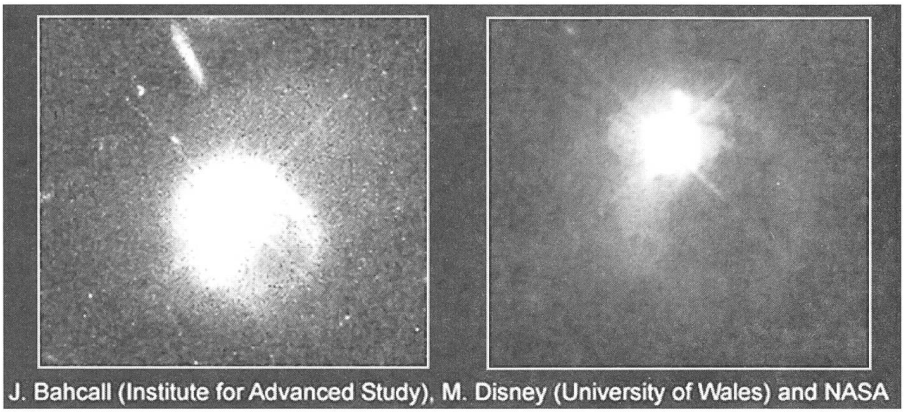
Übereinstimmend kommen zwei verschiedene Teams, welche die Hubble Aufnahmen ausgewertet haben, zu folgender Schlussfolgerung:

- Die meisten Quasare liegen in den Kernen von lichtstarken Galaxien. Spiralgalaxien und elliptische Galaxien sind gleichermassen beteiligt.
- Die gegenseitige Beeinflussung von Galaxien, seien es direkte Zusammenstösse oder nahe Begegnungen, können wichtig sein, um einen Quasar zu zünden. Jedoch sehen einige Quasare unbeeinflusst aus, so dass noch andere, subtile Mechanismen zur Fütterung der schwarzen Löcher existieren müssen. *«Einige der beobachteten Galaxien scheinen nicht zu wissen, dass sie einen Quasar in ihrem Kern beherbergen»*, meinte BAHCALL. *«Dies scheint eine sehr wichtige Erkenntnis zu sein, da dies ein völlig unerwartetes Resultat unserer Beobachtungen ist».*
- Radiostille Quasare befinden sich oft in elliptischen Galaxien, nicht in Spiralgalaxien, wie man früher dachte.

*«Einige Leute nahmen bisher an, dass Zusammenstösse von Galaxien ein wichtiger Faktor bei der Bildung und Fütterung von Schwarzen Löchern wie auch von Quasaren seien. Nun wissen wir, dass das auch den Tatsachen entspricht. Vor Hubble wussten wir das nicht, und das ist doch eine aufregende wichtige Erkenntnis.»*

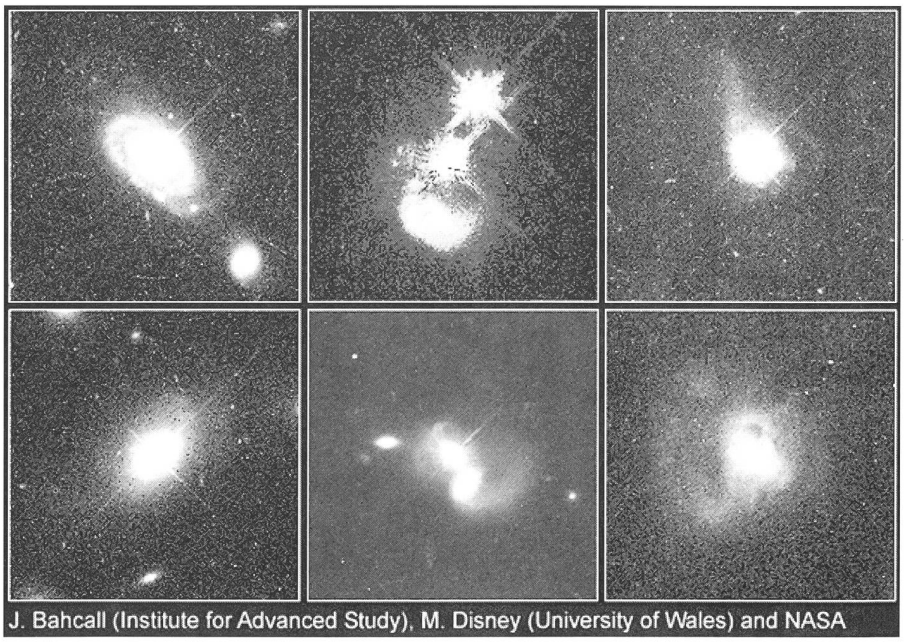
Weitere Beobachtungen von Quasaren werden eine echte Herausforderung sein, da sehr grosse Distanzen und Zeiten beteiligt sind. *«Es ist, wie wenn man von einem Fussballspiel ein paar Einzelaufnahmen hätte, und daraus die Regeln und das Ziel des Spieles ableiten wollte» Es ist eine grosse Aufgabe und macht viel Spass. Wir sind jedoch darauf gefasst, grosse Fehler und Fehlinterpretationen zu machen, und wir werden eine Menge guter Hubble-Aufnahmen benötigen, bis wir schliesslich zu einigermassen sicheren Ergebnissen kommen werden.*

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen




*Figur 1: Links: Das Bild enthüllt den riesigen, dünnen Gezeitenarm einer mit einem lichtstarken Quasar zusammengehörenden Galaxie, welche 1,5 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Die sonderbar gestalteten Arme deuten eine nahe Begegnung zwischen dem Quasar und einer Begleitgalaxie an.*
*Rechts: Das rechte Bild zeigt dieselbe Aufnahme, jedoch mit verstärktem Kontrast. Dies erlaubt den Astronomen, näher zum Galaxienkern vorzudringen. Die Begleitgalaxie (oberhalb des Kerns) und der Quasar sind nur 11 000 Lichtjahre voneinander entfernt.*

*Figur 2: Links oben: Dieses Bild zeigt den Quasar PG 0052+251, welcher in einer Entfernung von 1,4 Milliarden Lichtjahren im Kern einer normalen Spiralgalaxie liegt. Die Astronomen waren überrascht, Galaxien zu finden, welche wie diese Galaxie durch die starke Strahlung des Quasars nicht gestört wurden.*
*Links unten: Quasar PHL 909 in einer Entfernung von 1,5 Milliarden Lichtjahren. Er liegt im Kern einer vom Aussehen her normalen Spiralgalaxie.*
*Mitte oben: Dieses Bild legt Zeugnis ab vom kathastrophalen Zusammenstoss von zwei Galaxien. Die Kollissionsgeschwindigkeit beträgt ca. 1,8 Millionen km/h. Der Quasar liegt in einer Entfernung von ca. 3 Milliarden Lichtjahren. Die Astronomen glauben, dass eine Galaxie vertikal durch die andere Galaxie durchflog und dabei den Kern und den getrennten Spiralring freilegte. Die Distanz zwischen dem Quasar und dem sternerzeugenden Ring beträgt ca. 15 000 Lichtjahre.*
*Mitte unten: Der Quasar PG 1012+008 konnte in einer Entfernung von 1,6 Milliarden Lichtjahren lokalisiert werden. Er zeigt die Verschmelzung mit einer hellen Galaxie, welche ca. 31 000 Lichtjahre vom Quasar entfernt ist.*
*Rechts oben: Hubble hat einen Schweif, bestehend aus Gas und Staub, gefunden. Dieser wird von den Gezeitenkräften des Quasars 0316-346 verursacht. Der unregelmässige Schweif wurde durch die gegenseitige Beeinflussung mit einer Galaxie, welche im Bild nicht sichtbar ist, verursacht.*
*Rechts unten: Hubble zeigt den Tanz von zwei verschmelzenden Galaxien. Die Galaxien mögen sich vor dem Beginn des Verschmelzungsprozesses mehrmals gegenseitig umkreist haben. Dabei haben sie einzelne Bögen von glühendem Gas um den Quasar übriggelassen.*




## Bibliographie

STScI -PR96-35