

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 32 (1974)
Heft: 143

Artikel: Zur Kenntnis der Quasare
Autor: Mitton, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899659>

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: 09.01.2026

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

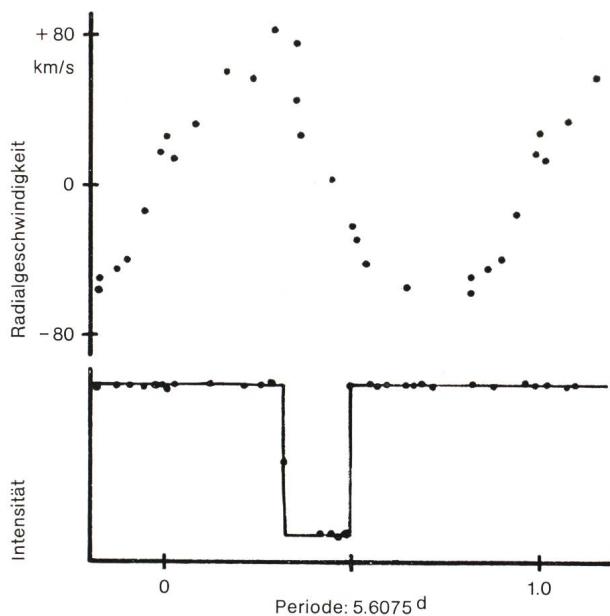


Abb. 7: Radialgeschwindigkeitsschwankungen von Cyg X-1 und die Variation seiner RÖNTGENintensität.

Bahnpunkten des Neutronensterns von 24 Sekunden ergibt sich ein Abstand vom Schwerpunkt von etwa 0,05 astronomischen Einheiten. Ganz klar sind die Verhältnisse in diesem System jedoch nicht, da der Röntgenstrahlung noch eine Periode von 35 Tagen überlagert ist, während welcher die Röntgenstrahlung nur für 10–11 Tage beobachtbar ist (und für 25 Tage unbeobachtbar bleibt). Während die Umlaufsperiode von 1,7 Tagen sehr genau konstant ist, variiert die 35 Tage-Periode um ± 1 bis 2 Tage. Zur Erklärung nimmt man an, dass das überströmende Gas beim Neutronenstern zum Taumeln seiner Rotationsachse führt, weshalb diese präzidiert. Im Laufe der

Literatur:

- H. FRIEDMANN, Cosmic X-Ray Sources. A Progress Report, *Science* 181, 395 (1973), No. 4098.
 R. M. HJELLMING, An Astronomical Puzzle, called Cyg X-3, *Science* 182, 1089 (1973), No. 4117.

35tägigen Präzessionsperiode können wir nur 10–11 Tage lang auf die Magnetpole blicken. Neben der Umwandlung von kinetischer Energie in Strahlungsenergie und der PLANCK'schen Strahlung eines heißen Körpers spielt bei diesem System sicher noch die Synchrotronstrahlung eine Rolle, wobei geladene Teilchen durch das rasch rotierende Magnetfeld stark beschleunigt werden und ebenfalls strahlen.

Schliesslich sei noch ein ganz ähnliches Doppelsternsystem erwähnt, wobei die Röntgenquelle mit einer 5,6 Tage-Periode vom Stern HDE 226868, einem Überriesen vom Spektraltyp B0I und 9^m Helligkeit, bedeckt wird. Die Schwankungen der Röntgenintensität sind in Abb. 7 zu sehen, wo auch die Radialgeschwindigkeitsschwankungen des Überriesen zu finden sind. Aus den himmelsmechanischen Daten folgt bei einer Masse von $20 M_{\odot}$ für den blauen Überriesen eine Begleitermasse von $13 M_{\odot}$! Sollten alle Abschätzungen richtig sein, wäre dies der Nachweis eines Schwarzen Lochs, da Neutronensterne von über $3,5 M_{\odot}$ nicht entstehen können. Außerdem schwankt die Intensität von Cygnus X-1 völlig unregelmässig und nicht wie bei einem Pulsar, was sich durch einen Gasstrom unterschiedlicher Stärke erklären lässt, welcher auf das schwarze Loch zufällt, immer stärker beschleunigt wird und dabei Energie abstrahlt.

Wie die neuesten Erkenntnisse in der astronomischen Forschung zeigen, kann eine Theorie gar nicht so utopisch sein – sofern keine Naturgesetze in Frage gestellt werden –, dass sie vielleicht nicht doch eines Tages Geltung erhalten könnten.

Zweifellos stehen wir jetzt wieder am Beginn einer Phase hochinteressanter Entwicklungen in unserer Wissenschaft und man kann gespannt darauf sein, was uns die nächsten Jahre an neuem Wissen bringen werden.

Adresse des Autors:

Dr. W. WEISS, Universitäts-Sternwarte, Türkenschanzstrasse 17, A-1180 Wien.

Zur Kenntnis der Quasare

von S. MITTON, Cambridge

Quasare – quasistellare Radioquellen – wurden zum ersten Mal 1963 gefunden, als Forscher der Radio- und optischen Astronomie gemeinsam der Natur der vielen diskreten Radioquellen auf den Grund zu kommen suchten, die nicht mit Galaxien identifiziert werden konnten. Ein britischer Wissenschaftler, Dr. CYRIL HAZARD, verfolgte mit dem 64-m-Radioteleskop bei Parkes in Australien die Bewegung des Mondes, um genau den Zeitpunkt zu bestimmen, an dem die Strahlung der Radioquelle 3C 273 durch das Dazwischenreten des Mondes nicht mehr empfangen werden konnte.

Durch diesen Zeitbestimmungsversuch gewann Dr. HAZARD eine genaue Lokalisierung der Quelle, und der optisch arbeitende Astronom MAARTEN SCHMIDT fand am bezeichneten Ort ein ungewöhnliches sternartiges Objekt, das hauptsächlich durch seine ausserordentliche Rotverschiebung faszinierte.

Die Rotverschiebung

Dies war die erste Entdeckung eines Quasars, eines sternähnlichen Objekts mit starker Rotverschiebung und starker Radiostrahlung. Von seinen Eigenschaften wird heute am intensivsten die Rot-

verschiebung erforscht, deren Ausmass noch das grösste Rätsel aufgibt.

In den 20er Jahren arbeitete EDWIN HUBBLE in den USA daran, die Entfernung der Galaxien festzustellen. Dabei entdeckte er eine bedeutsame Beziehung zwischen der Entfernung einer Galaxie und ihrer Fluchtgeschwindigkeit: diese nämlich wuchs mit der Entfernung.

HUBBLE mass die Fluchtgeschwindigkeit an der Rotverschiebung und deutete die Erscheinung als Doppler-Effekt. Bei einer Ultraviolettsverschiebung müsste sich die Quelle nähern und bei einer Rotverschiebung entfernen. Durch diese letztere wies er nach, dass das Universum expandiert, und gab ein einfaches Gesetz zur Umrechnung der Rotverschiebung in Entfernung an.

Neue Beobachtungen

Quasare scheinen nun mit dem Hubbleschen Gesetz nicht in Einklang zu stehen, da einige der kürzlich entdeckten Objekten Rotverschiebungen im Verhältnis von 1,95 bis 3,53 zum normalen Betrag haben, was bedeutet, dass ihre Spektrallinien Wellenlängen von 295 bis 453 Prozent mehr haben als die im stationären irdischen Laboratorium beobachteten. Sollte diese Vergrösserung der Wellenlänge allein auf die Fluchtgeschwindigkeit zurückzuführen sein, so müsste die Geschwindigkeit der Quasare der Lichtgeschwindigkeit nahekommen.

Wenn diese hohen Geschwindigkeiten einfach das Ergebnis der Expansion des Universums sind, dann befinden sich die Quasare an dessen äusserster Grenze. Dass wir so entfernte Objekte auch sehen können, würde bedeuten, dass sie einen unvorstellbaren Energieausstoss haben. Diese Schwierigkeit hat namhafte Theoretiker veranlasst, die herkömmliche Interpretation der Quasar-Rotverschiebung als Entfernungsanzeige in Zweifel zu ziehen.

Viele Untersuchungen an hellen und daher leicht zu beobachtenden Quasaren sind angestellt worden, doch sind diese hellen Objekte vielleicht nicht typisch für die Quasare insgesamt, weshalb sich Dr. HAZARD, jetzt am Institut für Astronomie in Cambridge, mit seinen Kollegen auf die Suche nach noch unbekannten schwachen Quasaren machte.

Die grundlegenden Daten zur optischen Identifizierung von Radioquellen entnimmt Dr. HAZARD der von HUGH MURDOCH vom Molonglo-Observatorium in New South Wales, Australien, erstellten Liste von schwachen Radioquellen. Wenn eine solche Identifizierung gelingt, wird sie sorgfältig katalogisiert, um mit den grossen optischen Teleskopen in den USA weiter erforscht zu werden.

Rekord-Rotverschiebungen

Grosse Überraschung rief das Team 1973 mit seiner Bekanntgabe von Quasaren hervor, deren Spektrallinien eine Rotverschiebung von 440 bis 454 Prozent zeigten, ein bis dahin unerreichter Rekord.

Falls man die Rotverschiebungen als mögliches Hilfsmittel zur Vermessung des Kosmos ansieht, so müssen dies die entferntesten Objekte sein, die die Menschheit kennt.

Am faszinierendsten ist die Radioquelle 4C 11.50. Optisch ist diese Radioquelle ein enger Doppelstern mit einem Abstand von nur 5 Bogensekunden. Photographisch ähneln beide Komponenten des Paars Quasaren, so dass sich die Natur einer jeden nur durch Spektralmessungen erkennen lässt.

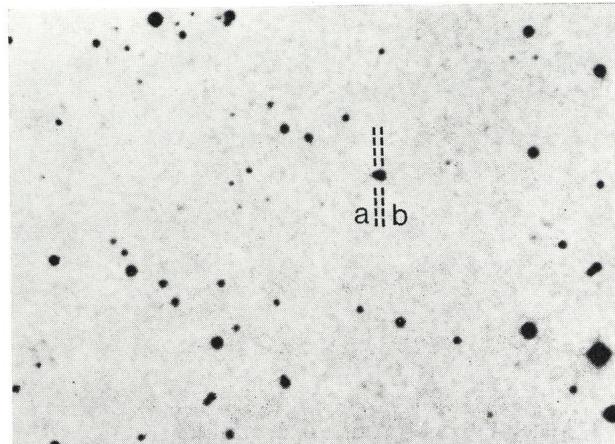


Fig. 1: Der bisher einzige bekannte Doppelquasar. Die beiden durch die gestrichelten Linien gekennzeichneten Objekte haben einen Abstand von nur fünf Bogensekunden. (a) hat eine Rotverschiebung von 1,90, (b) dagegen nur von 0,44. Falls diese Objekte physisch verbunden sein sollten, kann die Rotverschiebung nicht allein auf die Expansion des Universums zurückgeführt werden – ein Ergebnis von grosser Bedeutung für die Astronomie.

Auf den ersten Blick ist es sehr unwahrscheinlich, dass beide Objekte Quasare sind, weil dieser Quellentyp sehr selten ist und damit die Wahrscheinlichkeit, sie in Form eines engen Doppelsterns vorzufinden, überwältigend gering ist. Eine spektroskopische Analyse ergab jedoch, dass die hellere Komponente eine Rotverschiebung von 0,44 (d. h. eine Vergrösserung der normalen Wellenlängen auf 144 Prozent) und die schwächere eine von 1,90 (Verlängerung auf 290 Prozent) hatte. Diese hohen Werte beweisen unwiderleglich, dass beide Komponenten des Doppelsterns echte Quasare sind.

Zufallsgruppierung?

Hier drängt sich eine Frage von höchster Bedeutung auf: ist diese seltsame Himmelserscheinung ein optischer oder ein physischer Doppelstern? Wenn nämlich diese Quasare einen physischen Doppelstern darstellen, ist es klar, dass mindestens einer von ihnen dem Hubbleschen Gesetz nicht folgt.

Wenn bis jetzt auch noch kein Schluss in der einen oder der anderen Richtung gezogen werden kann, so ist doch die Wahrscheinlichkeit einer Doppelstern-Wechselwirkung so gross, dass auch Verfechtern der bisherigen Theorie Zweifel kommen müssen. So zeigen auch Radiokarten von 4C 11.50 eine

Struktur, die mit einer solchen Wechselwirkung nicht in Widerspruch stehen würde.

Ein weiteres auffallendes Zusammentreffen ist die Tatsache, dass die Spektrallinien des schwachen Quasars fast eine Verdoppelung der Wellenlänge im Vergleich zum helleren aufweisen. Schliesslich ähneln sich die Spektren in vielen Zügen so sehr, dass man sie einem gegenseitigen Strahlungsaustausch zuschreiben könnte. Bisher ist nichts gefunden worden, was einen geringen Abstand im Raum beweisen würde, doch lassen alle diese Zufälligkeiten auf eine Nähe schliessen, die der HUBBLE-Beziehung völlig zuwiderläuft.

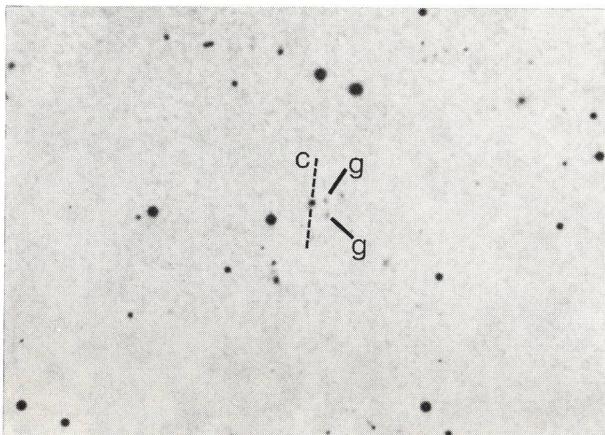


Fig. 2: Der durch die gestrichelten Linien gekennzeichnete Quasar scheint Teil eines schwachen Galaxienhaufens zu sein. Zwei Galaxien sind durch (g) hervorgehoben und der Quasar durch (c). Der Quasar hat eine viel stärkere Rotverschiebung als die Galaxien.

Abweichende Rotverschiebungen

Ausser dem Doppelquasar haben die Forscher noch drei Beispiele «abweichender Rotverschiebungen» gefunden – Quasare, bei denen die gemessene Rotverschiebung anscheinend nicht mit ihren sonstigen Eigenschaften zusammenpasst. Als Resultat des Identifizierungsprozesses ergab sich die Entdeckung dreier Quasare in Anlagerung an Galaxienhaufen.

Das überzeugendste Beispiel für die Verbindung von Quasaren mit Galaxien bietet 4C 24.23. Hier liegt ein Quasar an der Grenzlinie einer Gruppe von fünf Galaxien. Die Rotverschiebung des Quasars beträgt

1,27, während die Galaxien-Rotverschiebungen mit Sicherheit unter 0,4 liegen. In einem anderen Fall umschliesst ein Galaxienhaufen mit geringer Rotverschiebung einen Quasar mit einer Rotverschiebung von 2,17. In einem dritten Fall befindet sich ein Objekt mit einer Rotverschiebung von 0,78 nahe an einer schwachen Galaxie, die eine Rotverschiebung von höchstens der Hälfte dieses Wertes haben kann.

Da unter der Leitung von Sir MARTIN RYLE an der Universität Cambridge vorgenommene Radiointerferometermessungen die richtige Erkennung der Quasare auf den Photographien bestätigt haben, liegen jetzt drei Fälle echter Quasare in merkwürdiger Anlagerung an Galaxien vor. Sind diese drei Fälle alle als zufälliges optisches Nebeneinanderliegen aufzufassen?

Beschleunigungstheorie

Die Astronomen sind sich bewusst, dass Argumente, die sich nur auf das zufällige Zusammentreffen weniger Objekte im Raum stützen, leicht in die Irre führen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle diese Anlagerungen zufällig sind, ist gering, aber nicht gleich Null. Wenn einige Objekte uns näher sind, als ihre Rotverschiebung anzeigt, dann muss die Ursache anderswo liegen als in der Expansion des Universums. Die einfachste Erklärung wäre, dass die Quasare eine sehr hohe Beschleunigung erhalten haben, vielleicht durch Explosionen.

Eine andere Erklärung geht dahin, dass das ungeheuer starke Gravitationsfeld der Quasare das Licht auf dem Wege zu uns verzerrt und so die Rotverschiebung verstärkt.

Um zweifelsfrei festzustellen, dass einige Quasare nicht dem Hubbleschen Gesetz folgen, wird das Aufinden von noch viel mehr Paaren und Gruppen mit abweichenden Eigenschaften sowie eine genauere Untersuchung solcher Verbindungen durch die grössten Teleskope der Welt erforderlich sein. Nichtsdestoweniger dürfte es schon jetzt sicher sein, dass als Resultat dieser internationalen Zusammenarbeit eine entscheidende Überprüfung der herkömmlichen Auffassung mindestens in Sicht ist.

Adresse des Autors:

Dr. SIMON MITTON, Institut für Astronomie, Cambridge, England.

Standlinienberechnung mit dem Taschenrechner von MARTIN FRICK, Bremen

Eine astronomische Standlinie zur Ortsbestimmung gewinnt man üblicherweise so, dass man die Höhe h_B eines Gestirns G_1 oder G_2 beobachtet und hinsichtlich Refraktion und eventuell Kimmtiefe korrigiert (beschickt). Dann berechnet man die Höhe h_R unter der Annahme, man befände sich am Ort 1 mit der Breite φ und der Länge λ . Wäre dieser angenommene (gegissste) Ort der tatsächliche Ort, dann müsste natürlich die berechnete Höhe gleich der beobachteten sein. Das wird nicht der Fall sein. Vielmehr wird $h_B > h_R$ darauf hinweisen, dass sich der wahre Ort 2 vom

angenommenen 1 aus gesehen in Richtung zum Gestirn hin befindet; während umgekehrt $h_B < h_R$ bedeutet, dass wir vom Projektionsort des Gestirns auf der Erdoberfläche in Wirklichkeit weiter entfernt sind als der angenommene Ort 1.

Für die Zeichnung der Standlinie braucht man noch das Azimut des Gestirns. Mit einem fest aufgestellten Theodoliten könnte man dasselbe messen, mit dem in der Hand zu haltenden Sextanten hingegen ist das nicht möglich, weshalb man das Azimut ebenfalls berechnet.