Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 98 (1980)
Heft: 5

Artikel: Neue Anzeichen für Gravitationswellen?
Autor: Breuer, Reinhard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74041

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: 02.10.2025

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

Neue Anzeichen für Gravitationswellen?

Die Zahl der Sternsysteme, bei denen Astronomen Anzeichen für Gravitationswellen entdecken, nimmt zu: Durch genaue Analyse neuester Messungen eines *Doppelsterns im Sternbild des Chamaeleons* kam der Astrophysiker *Hans Ritter* vom *Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik* in *München* zu dem Schluss, dass die beiden Sternpartner wegen des Energieverlustes durch Gravitationsstrahlung einander ständig näherkommen.

Neue Entwicklung

Dies weist auf eine neue Entwicklung hin: Die noch junge Wissenschaft der *Gravitationsastronomie* - der Erkundung himmlischer Objekte mit Hilfe von Gravitationswellen - schein vorläufig andere Wege zu gehen. *Albert Einstein*, der die Existenz von Gravitationswellen schon 1916 vorhersagte, und auch die Relativitätstheoretiker nach ihm hielten die direkte Beobachtung von Schwerkraftwellen noch bis vor zwei Jahrzehnten für technisch unmöglich. Ihre Wirkung auf Materie ist nämlich so schwach, dass im Labor erzeugte Gravitationswellen auch in der für uns vorhersehbaren Zukunft wahrscheinlich nicht gemessen werden können. Erst wenn sich sehr grosse Körper, etwa ganze Sternmassen, sehr rasch bewegen, wie bei einer *Supernovaexplosion*, könnten irdische Messgeräte diese immer noch sehr schwachen Signale vielleicht einmal anzeigen.
Ende der fünfziger Jahre unternahm *Joseph Weber* von der *Universität Maryland* (USA) das kühne Wagnis, eine Antenne zu konstruieren - einen tonnenschweren Aluminiumzylinder - um Gravitationswellen aus dem Kosmos zu empfangen. Trotz erheblicher Anstrengungen blieb Weber, wie vielen anderen Arbeitsgruppen - so auch am Münchner Max-Planck-Institut - bis heute der Erfolg versagt. Vielleicht wird man in ein bis zwei Jahrzehnten mit bis dahin verbesserten Antennen für Gravitationswellen die Sternkatastrophen aus der ganzen Milchstrasse und ihren Nachbargalaxien «sehen» können.

Umlaufperiode schrumpft

Anders dagegen verlief die astronomische Suche nach *indirekten* Anzeichen für Gravitationswellen. Im Herbst 1974 entdeckten der amerikanische Radioastronom *Joseph Taylor* und seine Mitarbeiter den Pulsar 1913 + 16, der etwa alle acht Stunden einen anderen Stern umkreist. Nach vier Jahren Beobachtungen mit dem im Durchmesser 300 Meter grossen Radioteleskop in *Arecibo* (Puerto Rico) konnte Taylor im Dezember 1978 auf einer Tagung in München das sensationelle Ergebnis bekannt geben, dass die Umlaufperiode dieses sogenannten *Binärpulsars* seit seiner Entdeckung um eine halbe Millisekunde geschrumpft war. Für Taylor war damit gesichert, dass «Gravitationswellen existieren und dem Doppelstern Energie in dem Masse entziehen, wie es durch die Allgemeine Relativitätstheorie vorhergesagt wird».
Trotz aller *Begeisterung*, mit der dieses Ergebnis in der Fachwelt aufgenommen wurde, löste es gleichzeitig doch auch *Beunruhigung* aus. Denn unsicher ist, wie lange der Pulsar - bis jetzt der einzige in einem Doppelsternsystem - noch die Erde mit seinem rotierenden Strahlungskegel bestreichen und damit für Beobachtungen zur Verfügung stehen wird.
Glücklicherweise ist der indirekte Nachweis von Gravitationswellen, im Prinzip jedenfalls, auch die anderen Doppelsternen möglich. Schon 1971 wies *John Faulkner* von der *Universität von Kalifonrien* darauf hin, dass in allen kurzperiodischen Doppelsternen wegen der grossen Bahngeschwindigkeit Gravitationswellen eine besonders wichtige Rolle spielen sollten. Allerdings ist die durch Abstrahlung von Gravitationswellen erzwungene Abnahme der Umlaufzeit direkt nur beim Binärpulsar messbar, und zwar dank der eingebauten «Präzisionsuhr» in Form der Radiopulse.
Mangels einer entsprechend genauen Uhr ist eine derartige Messung bei anderen Doppelsternen unmöglich. Man ist gezwungen, nach anderen Effekten zu suchen, die durch Gravitationswellen hervorgerufen werden.

Messkurven von Z Cha

Hier setzen die Überlegungen des Schweizer Astrophysikers Hans Ritter, der am Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik arbeitet, ein. Ritter, Spezialist für besonders enge Doppelstern-Systeme (die sogenannten «ultrakurzperiodischen, kataklysmischen Variablen»), untersuchte die Messkurven des Doppelsterns Z Chamaeleontis, kurz «Z Cha» genannt, im südlichen Sternbild des Chamaeleons. Durch genaue Analysen neuester Messungen kam er zu dem Schluss, dass sich die beiden Sternpartner von Z Cha wegen des Energieverlustes durch Gravitationsstrahlung einander ständig annähern.
In diesem, mit etwa 300 Lichtjahren Entfernung von der Erde relativ nahen Doppelstern, umrundet ein *Weisser Zwerg* im Rhythmus von fast zwei Stunden einen anderen Stern, der ein Sechstel der Masse der Sonne aufweist. Der Weisse Zwerg - doppelt so schwer, aber nur ein Zehntel so gross wie sein Begleitstern -entstammt der Familie der Astro-Exoten: derjenigen kompakten, sternartigen Objekte, zu denen auch *Neutronensterne* und *Schwarze Löcher* gehören. Im Doppelsternsystem Z Cha umkreisen sich die Sternpartner etwa im Erde-Mond-Abstand - dieser Doppelstern hätte damit bequem im Innern der Sonne Platz.

Weisser Zwerg mit Scheibe

Der Begleitstern ist so weit ausgedehnt, dass die Anziehungskraft des Weissen Zwergs ausreicht, um ständig Gas vom Begleiter «abzusaugen». Sobald dieses Gas in den Anziehungsbereich des Weissen Zwergs gelangt, bildet sich eine Scheibe, die den Weissen Zwerg mit rund 1000 Kilometer je Sekunde Geschwindigkeit umkreist. An der Stelle, wo das nachströmende Gas auf die Scheibe prallt, wird die Materie aufgeheizt: Die Aufprallstelle wird zum «heissen Fleck», der heller ist als die Scheibe in seiner unmittelbaren Umgebung.
Aus der Helligkeit des heissen Flecks und der Gasscheibe errechnete Ritter die Gasmenge, die ständig vom aufgeblähten Nachbarstern überfliesst; Ergebnis: $7 \cdot 10^{22}$ Gramm, das ist pro Jahr rund ein Tausendstel der Mondmasse. Dieses Ergebnis überraschte Ritter. Denn nach den üblichen Vorstellungen sollte der Gasfluss zwischen den Sternpartnern eigentlich mindestens hundertmal kleiner sein.
Wollte man die astrophysikalsische Phantasie nicht allzu sehr mit abwegigen Hypothesen überlasten, dann blieb nur eine Folgerung: Wenn Gravitationswellen dem Doppelstern Energie entziehen, dann nähern sich die zwei Sterne einander in einer nahezu unmerklichen Spiralbewegung. Dadurch wird - wie schon 1971 von *Faulkner* vorausgesagt - der Gasfluss erheblich verstärkt. Ein Vergleich mit der schon von Einstein berechneten Formel ergab: Der beobachtete, eigentlich zu grosse Gasfluss liess sich zwangslos als Folge der durch Gravitationswellen erzwungenen Abstandsverringerung erklären. Ritter: «Wir folgern daher, dass Z Cha - zusätzlich zum Binärpulsar - ein weiteres Beispiel für die Wirkung von Gravitationsstrahlung ist.»

Verblüffende Ähnlichkeit

Ähnlich wie bei Z Cha müsste sich diese indirekte Wirkung von Gravitationswellen auch die anderen engen Doppelsternsystemen nachweisen lassen. Von den gut ein Dutzend bekannten, kurzperiodischen kataklysmischen Variablen sind jedoch erst von ganz wenigen annähernd so detaillierte Daten bekannt wie von Z Chamaeleontis. In einem Fall wenigstens glaubt Hans Ritter eine Ausnahme zu sehen: Die von dem deutschen Astronomen *Nikolaus Vogt* kürzlich veröffentlichten Beobachtungen eines anderen Doppelsterns im Sternbild Schiffskiel, OY Carinae, zeigen verblüffende Ähnlichkeit mit den Daten von Z Cha. Künftige Forschungsarbeiten werden zeigen müssen, ob im OY Carinae-System ein weiterer Fall von Gravitationsstrahlung vorliegt.

Reinhard Breuer, München.