

## Pressemitteilung

Goethe-Universität Frankfurt am Main

Dr. Markus Bernards

15.02.2024

<http://idw-online.de/de/news828689>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen  
Physik / Astronomie  
überregional



## Ein Stern wie eine Matroschka-Puppe: Neue Theorie für Gravasterne

**Würde es Gravasterne tatsächlich geben, sähen sie für einen weit entfernten Beobachter ähnlich aus wie Schwarze Löcher. Zwei theoretische Physiker der Goethe-Universität Frankfurt haben jetzt eine neue Lösung der Allgemeinen Relativitätstheorie Albert Einsteins gefunden, derzufolge Gravasterne aufgebaut sein könnten wie eine russische Matroschka-Puppe: Im Inneren eines Gravasterns befände sich sein weiterer Gravastern.**

FRANKFURT. Das Innere Schwarzer Löcher ist für die Wissenschaft eine harte Nuss: Der deutsche Physiker Karl Schwarzschild fand 1916 eine Lösung für die Gleichungen Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, derzufolge sich im Zentrum eines schwarzen Lochs eine sogenannte Singularität befindet, ein Punkt, an dem Raum und Zeit nicht mehr existieren. Alle physikalischen Gesetze, also auch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie, habe dort keine Gültigkeit mehr, das Prinzip der Kausalität ist aufgehoben. Das ist ein großes Ärgernis für die Wissenschaft, denn jenseits des sogenannten Ereignishorizonts können keine Informationen aus einem Schwarzen Loch nach außen dringen. Wohl auch aus diesem Grund fand Schwarzschilds Lösung lange Zeit außerhalb der Theorie keine größere Beachtung, bis 1971 der erste Kandidat für ein Schwarzes Loch entdeckt, in den 2000er-Jahren das Schwarze Loch im Zentrum unserer Milchstraße nachgewiesen und schließlich 2019 das erste Bild eines Schwarzen Lochs durch die Event Horizon Telescope Collaboration veröffentlicht wurde.

2001 schlugen die beiden Wissenschaftler Pawel Mazur und Emil Mottola eine andere Lösung für Einsteins Feldgleichungen vor, die zu Objekten führten, die sie Gravasterne nannten. Im Gegensatz zu Schwarzen Löchern haben Gravasterne aus Sicht der theoretischen Astrophysik mehrere Vorteile: Einerseits sind sie nahezu so kompakt wie Schwarze Löcher und besitzen ebenso wie diese an ihrer Oberfläche eine Gravitationskraft, die praktisch so stark ist wie die eines Schwarzen Lochs, sodass ihr nicht einmal Licht entkommen kann. Allerdings haben sie keine Grenze, innerhalb der keine Art von Information nach außen dringen kann, den so genannten Ereignishorizont, und in ihrem Inneren gibt es keine Singularität. Vielmehr besitzen Gravasterne einen Kern aus exotischer – dunkler – Energie, die den Gegendruck zur ungeheuren Gravitationskraft hält, die den Stern zusammenpresst. Die Oberfläche von Gravasternen bildet eine hauchdünne Haut aus gewöhnlicher Materie, deren Dicke gegen Null geht.

Die beiden theoretischen Physiker Daniel Jampolski und Prof. Luciano Rezzolla haben jetzt eine Lösung der Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie vorgestellt, die einen Gravastern im Innern eines weiteren Gravasterns beschreibt. Diesem – hypothetischen – Himmelsobjekt haben sie den Namen „Nestar“ gegeben (von englisch nested = verschachtelt).

Daniel Jampolski, der die Lösung in seiner durch Prof. Luciano Rezzolla betreuten Bachelorarbeit fand, meint: „Der Nestar ist wie eine russische Matroschka, und unsere Lösung der Feldgleichungen lässt auch eine ganze Reihe von ineinander geschachtelten Gravasternen zu.“ Während der Gravastern nach Mazur und Mottola eine nahezu unendlich dünne Haut aus normaler Materie habe, hat der Nestar eine etwas dickere Materiehülle: „Man kann sich etwas leichter vorstellen, dass es so etwas geben könnte.“

Luciano Rezzolla, Professor für theoretische Astrophysik an der Goethe-Universität, erläutert: „Es ist toll, dass es auch 100 Jahre nach Schwarzschilds erster Lösung der Einstein’schen Feldgleichungen aus der allgemeinen Relativitätstheorie noch möglich ist, neue Lösungen zu finden. Das ist ein bisschen so, wie wenn man in einer vermeintlich erschöpften Mine auf eine Goldader stößt. Leider haben wir noch keine Vorstellung davon, wie solch ein Gravastern entstehen könnte. Doch selbst wenn Nestare nicht existieren sollten, hilft uns die Erforschung der mathematischen Eigenschaften dieser Lösungen letztlich dabei, Schwarze Löcher besser zu verstehen.“

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Luciano Rezzolla  
Institut für Theoretische Physik  
Goethe-Universität Frankfurt  
Phone: +49 (69) 798-47871  
rezzolla@itp.uni-frankfurt.de  
<https://astro.uni-frankfurt.de/rezzolla/>

Originalpublikation:

Daniel Jampolski, Luciano Rezzolla: Nested solutions of gravitational condensate stars. Classical Quantum Gravity (2023) <https://doi.org/10.1088/1361-6382/ad2317>

URL zur Pressemitteilung:

<https://aktuelles.uni-frankfurt.de/forschung/entdeckte-ligo-schwarze-loecher-oder-gravasterne/> Ligo entdeckte Gravitationswellen von Schwarzen Löchern, nicht von Gravasternen (2016)



Ein Gravastern könnte wie eine Matroschka-Puppe aussehen. Dies fanden Physiker der Goethe-Universität Frankfurt heraus.

Daniel Jampolski Luciano Rezzolla  
Goethe-Universität Frankfurt