

Neutronensternverschmelzungen mit künstlicher Intelligenz verstehen

08.06.2026, 13:49 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Eine Vielzahl der uns bekannten chemischen Elemente entsteht in gewaltigen stellaren Ereignissen wie Sternexplosionen oder Neutronensternverschmelzungen. Diese Events setzen unglaubliche Energiemengen frei, die die Herstellung schwerer Nuklide ermöglichen. Ein wichtiger kernphysikalischer Produktionsprozess ist der sogenannte schnelle Neutroneneinfang (rapid neutron-capture oder r-Prozess), bei dem freie Neutronen von bestehenden Kernen eingefangen werden und sich dort in Protonen umwandeln, wodurch größere, schwerere Atomkerne entstehen.

„Weltweit arbeiten Forschende daran, diese komplexen Reaktionen mithilfe von theoretischen Simulationen begreifbar zu machen. Um alle Parameter abzubilden, wären jedoch unglaubliche Rechenkapazitäten nötig, weshalb die Modelle häufig stark vereinfacht werden müssen“, erläutert Dr. Oliver Just, Erstautor der Studie und Wissenschaftler in der Forschungsabteilung „Nukleare Astrophysik & Struktur“ bei GSI/FAIR. „Unser neues Modell RHINE, das mit künstlicher Intelligenz arbeitet, bietet eine effiziente Alternative.“

RHINE (r-process heating implementation in hydrodynamic simulations with neural networks) nutzt maschinelles Lernen (ML), genauer ein auf Deep Learning basierendes neuronales Netzwerk, um die Energiefreisetzung der Kernreaktionen im r-Prozess in hydrodynamischen Simulationen der Ereignisse zu beschreiben. Diese „Heizung“ kann einen signifikanten Einfluss auf die Dynamik und Geschwindigkeitsverteilung des durch die Explosion ausgeschleuderten Materials haben und somit auch auf die erzeugte elektromagnetische Strahlung, die im Fall von Neutronensternverschmelzungen als sogenannte Kilonova beobachtbar ist.

„Die ML-Modelle werden zunächst mithilfe einer großen Anzahl an Referenzrechnungen trainiert, die mit einem vollständigen Satz an Kernreaktionen erzeugt wurden. Anschließend werden die Modelle in laufenden hydrodynamischen Simulationen eingesetzt, um die Heizraten, die während des r-Prozesses auftreten, mit geringem Aufwand näherungsweise zu bestimmen“, erklärt Dr. Zewei Xiong, ebenfalls Forscher bei GSI/FAIR in der Abteilung „Nukleare Astrophysik & Struktur“, das Verfahren. Er zeichnete maßgeblich für die Konstruktion der ML-Modelle verantwortlich. „Wir haben unser ML-basiertes Schema mittels detaillierter Vergleiche mit Referenzdaten validiert. Die gute

Übereinstimmung legt nahe, dass durch den Einsatz von ML-Modellen enorme Mengen an Rechenzeit gespart werden können. Wir konnten aus den Ergebnissen auch ablesen, dass das r-Prozess-Heizen ein wichtiger Effekt ist, der in zukünftigen Modellierungen besser berücksichtigt werden sollte.“

In Zukunft können durch die Nutzung des neuen RHINE-Modells noch detailliertere Simulationen durchgeführt werden, welche es erlauben, die Ergebnisse der zukünftigen FAIR-Experimente direkt mit Beobachtungen von Sternexplosionen und Neutronensternverschmelzungen zu verknüpfen.

Der Quellcode von RHINE ist öffentlich zur Nutzung verfügbar. Das Projekt wurde unter anderem durch den Europäischen Forschungsrat (European Research Council, ERC) mitfinanziert.

Originalpublikation:

<https://link.aps.org/doi/10.1103/gl2l-7f3g>

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

IngoPeter (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

06159 / 71-2598

presse@gsi.de

News-ID: 1313963 • Views: 183 (Stand: 01.08.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1313963/Neutronensternverschmelzungen-mit-kuenstlicher-Intelligenz-verstehen-idw.html>