

(German version see below)

Expanding the border of superheavy nuclei — New seaborgium isotope discovered at GSI/FAIR

An international research team lead by GSI/FAIR, Johannes Gutenberg University Mainz (JGU) and Helmholtz Institute Mainz (HIM) has succeeded in the production of a new seaborgium isotope. In the experiment conducted at the GSI/FAIR accelerator facilities, 22 nuclei of *seaborgium-257* could be detected. The results were published in the journal *Physical Review Letters* and highlighted as an “Editor’s Suggestion.”

With the newest addition, 14 isotopes of the artificial superheavy element seaborgium (atomic number 106) are now known. For the production of seaborgium-257, an intense chromium-52 beam from the GSI/FAIR linear accelerator UNILAC impinged onto high-quality lead-206 targets. Using the highly efficient detection system of the gas-filled recoil separator **TASCA (TransActinide Separator and Chemistry Apparatus)**, 22 decays of seaborgium-257 nuclei were detected in total: 21 fission events and one alpha decay. The half-life of the new isotope, situated just next to the enhanced neutron shell gap at 152, is 12.6 milliseconds.

“Our findings on seaborgium-257 provide exciting hints on the impact of shell effects on the fission properties of superheavy nuclei. As one consequence, it is possible that the next lighter, still unknown isotope — seaborgium-256 — may undergo fission in a very short time range of one nanosecond to six microseconds,” says Dr. Pavol Mosat, the first author of the publication from GSI/FAIR’s research department for the chemistry of superheavy elements (SHE Chemistry).

The upper limit of this expected half-life range is near or even just below current experimental capabilities — unless a so-called K-isomeric state exists. Such excited states, stabilized by quantum effects, exhibit longer fission lifetimes and open an indirect doorway to the short-lived nuclei. Recently, significant progress toward the border of stability was made by discovering the 60-ns *rutherfordium-252* via its longer-lived K-isomeric state. The exploration of the isotopic border for the element seaborgium is a natural continuation of these experiments, mapping the coastline of the island of stability of the superheavy nuclei.

So far, no K-isomeric state has been observed in *seaborgium* isotopes. In the present experiment, however, the research team also irradiated a *lead-208* target and observed strong evidence for the presence of a K-isomeric state in *seaborgium-259*. “Our results on a K-isomeric state in *seaborgium-259* open a doorway to explore the K-isomer phenomenon in other *seaborgium* isotopes and to enable the synthesis of the short-lived isotope *seaborgium-256* isotope, if a long-lived K-isomeric state exists also in this nucleus,” says Dr. Khuyagbaatar Jadambaa, leader of the corresponding experimental program of GSI/FAIR.

“The present work is a great example of the collaborative efforts of different GSI/FAIR departments — besides SHE Chemistry, the Experiment Electronics and Target Laboratory departments were involved — with our international partner institutes,” says Professor Christoph E. Düllmann, head of the SHE Chemistry department at GSI/FAIR, professor at JGU and director of HIM. “The further exploration of the stability and the properties of superheavy nuclei jointly with our national and international partners will continue to be an important area of research for our research team.”

Besides GSI/FAIR, JGU and HIM, also the University of Jyväskylä, Finland, the Advanced Science Research Center of the Japan Atomic Energy Agency, Japan, and the Indian Institute of Technology Roorkee, India, are collaborators of the experiment. (CP)

Further information

- Current publication in *Physical Review Letters* ([Phys. Rev. Lett. 134, 232501 \(2025\)](#))
- ["New seaborgium isotope discovered at GSI/FAIR"](#) (Joint press release of GSI / Univ. Mainz / HIM)
- Publication regarding rutherfordium-252 in *Physical Review Letters* ([Phys. Rev. Lett. 022501 \(2025\)](#))
- Post on the occasion of the discovery of rutherfordium-252 (<https://superheavies.uni-mainz.de/2025/01/15/land-ahoy/>)
- [Physics Feature of the American Physical Society regarding rutherfordium-252](#)

Erweiterung der Grenzen der superschweren Elemente – Neues Seaborgium-Isotop bei GSI/FAIR entdeckt

Einem internationalen Forschungsteam unter Leitung von GSI/FAIR in Darmstadt, der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) sowie des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) ist es gelungen, ein neues Seaborgium-Isotop zu erzeugen. In dem Experiment an den GSI/FAIR-Beschleunigeranlagen konnten 22 Atomkerne des Seaborgium-257 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind im Fachjournal *Physical Review Letters* veröffentlicht und als „Editor’s Suggestion“ ausgezeichnet.“

Inklusive des neu hinzu gekommenen Kerns sind nun insgesamt 14 Isotope des künstlichen superschweren Elements Seaborgiums (Ordnungszahl 106) bekannt. Zur Herstellung von Seaborgium-257 diente ein intensiver Chrom-52-Strahl aus dem GSI/FAIR-Linearbeschleuniger UNILAC, der auf eine dünne Schicht aus Blei-206 prallte. Unter Nutzung des hocheffizienten Detektionssystems am gasgefüllten Rückstoßseparator TASCA (TransActinide Separator and Chemistry Apparatus) konnte das Forschungsteam 21 Zerfälle eines Seaborgium-257 Kerns durch Spontanspaltung sowie einen Alpha-Zerfall und somit 22 Kerne insgesamt nachweisen. Die Halbwertszeit des neuen Isotops beträgt 12,6 Millisekunden. Das Isotop ist von besonderem Interesse, weil es direkt neben dem bekannten Schalenabschluss bei der Neutronenzahl 152 liegt.

„Unsere Ergebnisse von Seaborgium-257 geben uns interessante Hinweise darauf, welchen Einfluss Schaleneffekte auf die Spalteigenschaften der superschweren Kerne haben. Eine mögliche Konsequenz ist, dass sich das nächstleichtere, noch unbekannte Seaborgium-256 in einem extrem kurzen Zeitbereich von einer Nanosekunde bis zu sechs Mikrosekunden spalten könnte“, erläutert Dr. Pavol Mosat, Erstautor der Veröffentlichung aus der GSI/FAIR-Forschungsabteilung zur Untersuchung der Chemie superschwerer Elemente (SHE-Chemie).

Die Obergrenze des erwarteten Halbwertszeitbereichs liegt nahe an oder gar knapp unterhalb der derzeitigen Nachweismöglichkeiten vorhandener Detektionssysteme – es sei denn, es existiert ein sogenannter K-isomerer Zustand. Solche durch Quanteneffekte stabilisierte, angeregte Zustände sind manchmal langlebiger und ermöglichen einen indirekten Zugang zu den kurzlebigen Kernen. Kürzlich wurden bedeutende Fortschritte in Richtung der Stabilitätsgrenze erzielt, indem das 60-ns-Rutherfordium-252 über seinen längerlebigen K-Isomer-Zustand entdeckt wurde. Die Erforschung der Isotopengrenze für das Element Seaborgium stellt eine natürliche Fortsetzung dieser Experimente dar und wird die Küstenlinie der Insel der Stabilität der superschweren Elemente weiter kartieren.

In Seaborgium-Isotopen wurde bisher noch kein K-isomerer Zustand festgestellt. Im aktuellen Experiment verwendete das Forschungsteam jedoch auch ein Blei-208-Target und beobachtete erstmals starke Hinweise auf das Vorhandensein eines solchen Zustands im Seaborgium-259-Isotop. „Diese Ergebnisse eröffnen neue Möglichkeiten, das K-Isomer-Phänomen in anderen Seaborgium-Isotopen zu erforschen und die Synthese des kurzlebigen Seaborgium-256-Isotops zu ermöglichen, falls ein langlebiger K-isomerer Zustand existiert“,

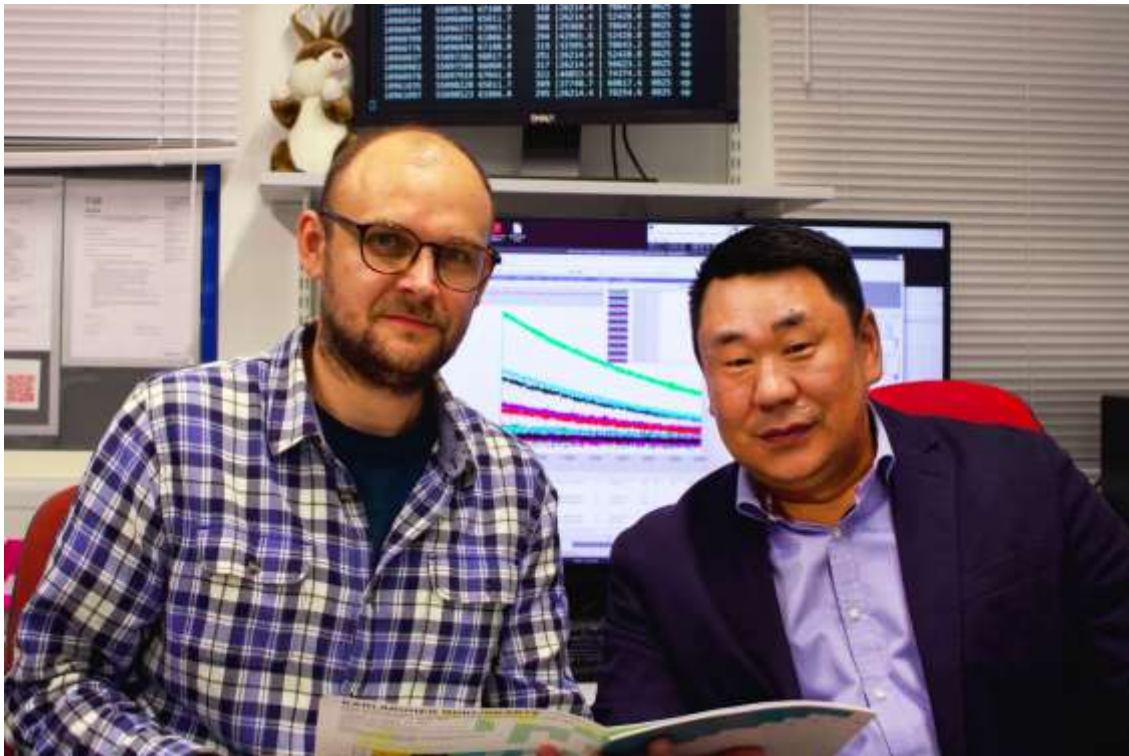
sagt Dr. Khuyagbaatar Jadambaa, Leiter des entsprechenden Experimentprogramms bei GSI/FAIR.

“Das erzielte Ergebnis ist ein wunderbares Beispiel für die Zusammenarbeit der verschiedenen Abteilungen bei GSI/FAIR – neben der SHE-Chemie-Forschung haben auch die Experimentelektronik und das Targetlabor mitgewirkt – mit unseren internationalen Partnerinstituten“, ergänzt Professor Christoph E. Düllmann, Leiter der SHE-Chemie bei GSI/FAIR, Professor an der JGU und Direktor des HIM. “Die weitere Erkundung der Stabilität und der Eigenschaften der superschweren Kerne gemeinsam mit unseren nationalen und internationalen Partnern wird auch weiterhin ein wichtiges Forschungsgebiet unseres Forschungsteams sein.”

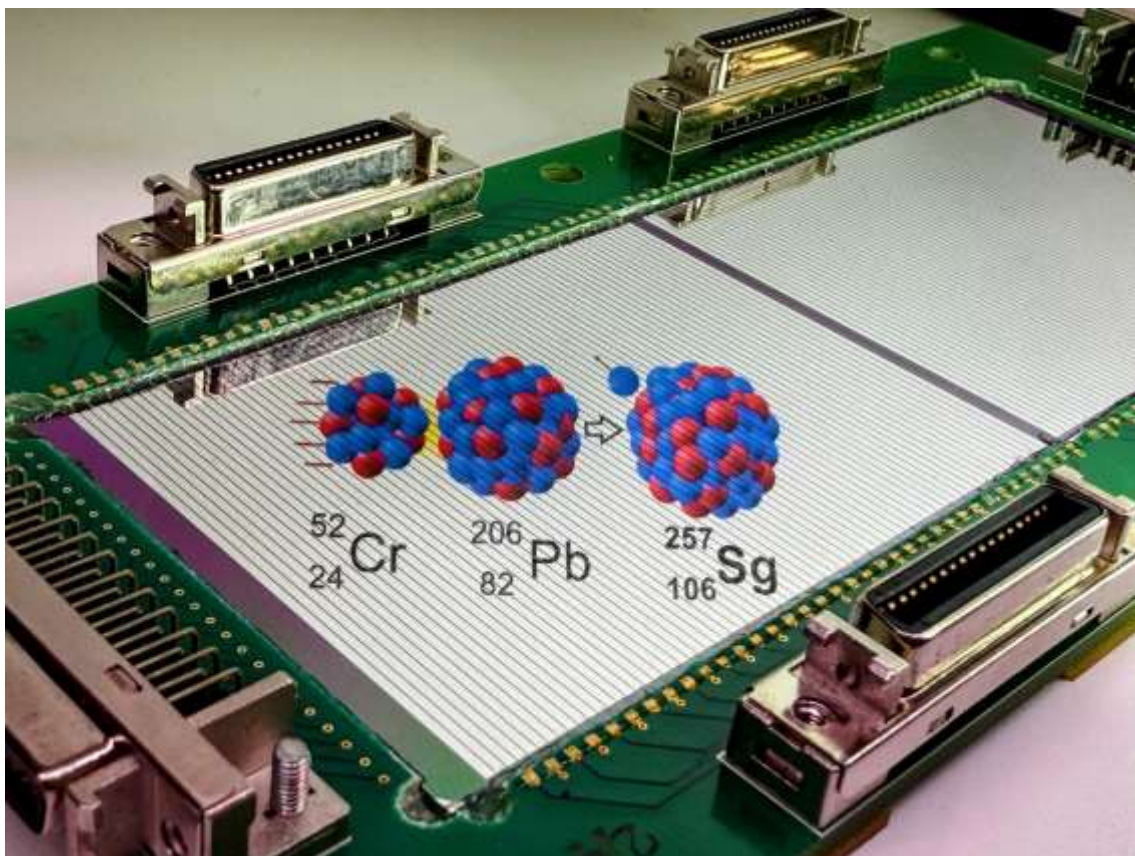
Neben GSI/FAIR, JGU und HIM sind auch die Universität Jyväskylä, Finnland, das Advanced Science Research Center der Japan Atomic Energy Agency, Japan, und das Indian Institute of Technology Roorkee, Indien an den Experimenten beteiligt. (CP)

Weitere Informationen

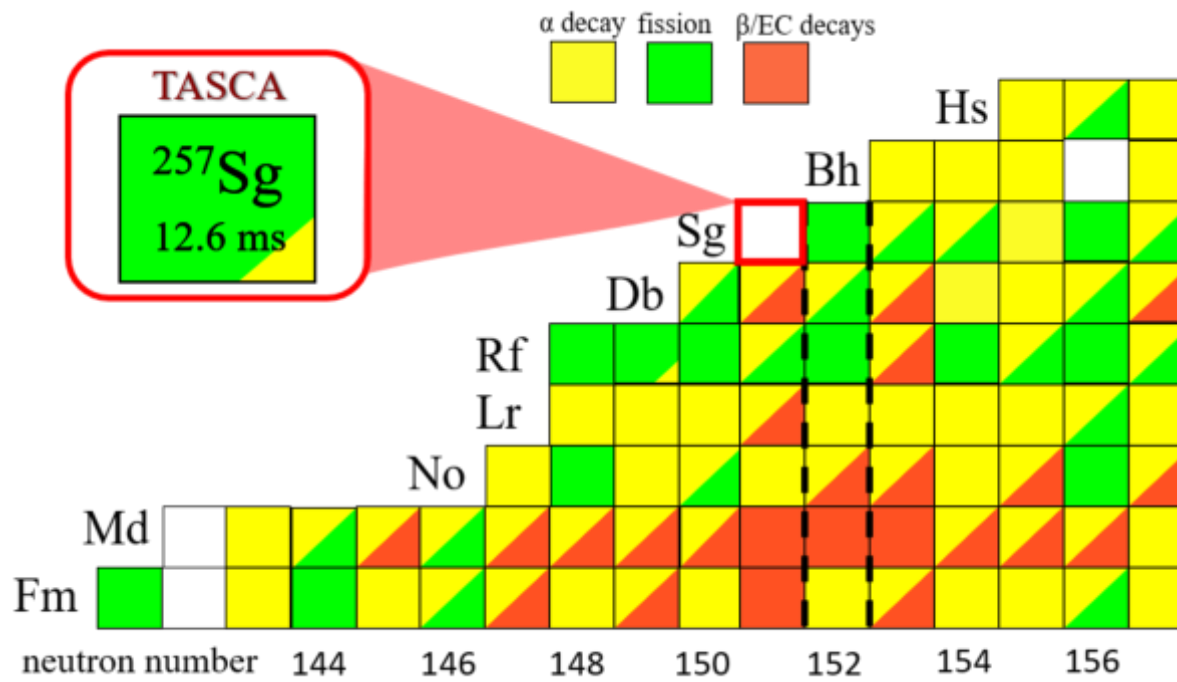
- Aktuelle Publikation in *Physical Review Letters* ([Phys. Rev. Lett. 134, 232501 \(2025\)](#))
- “[Neues Seaborgium-Isotop bei GSI/FAIR entdeckt](#)” (gemeinsame Pressemitteilung von GSI / Univ. Mainz / HIM)
- Publikation zu Rutherfordium-252 in *Physical Review Letters* ([Phys. Rev. Lett. 022501 \(2025\)](#))
- Beitrag anlässlich der Entdeckung von Rutherfordium-252 (<https://superheavies.uni-mainz.de/2025/01/15/land-ahoy/>)
- [Physics Feature der American Physical Society zu Rutherfordium-252](#)



Dr. Pavol Mosat (l.) and Dr. Khuyagbaatar Jadambaa discussing decay properties of the new isotope seaborgium-257 (© M. Asai / JAEA)



Reflection of the nuclear reaction on the surface of the silicone detector, which was employed to discover the seaborgium-257 (© P. Mosat / GSI/FAIR)



Excerpt of the nuclear chart showing the measured decay properties of seaborgium-257
(© J. Khuyagbaatar / GSI/FAIR)