

Durchbruch in der analogen Gravitation: Neue Einblicke in Hawking-Strahlung schwarzer Löcher

2.7.2026 - Lorenzo Procopio Peña | Universität Paderborn

Die Hawking-Strahlung ist eine von Stephen Hawking theoretisch vorhergesagte Form der Strahlung von schwarzen Löchern. Sie beschreibt, dass schwarze Löcher nicht nur Materie verschlucken - wie bis dahin angenommen - sondern auch selbst sehr schwach strahlen.

Diese Strahlung konnte bisher im Weltraum noch nicht beobachtet werden, stattdessen nutzen Forscher*innen im Labor Modelle, die dem Verhalten schwarzer Löcher ähneln. Obwohl der Effekt der Hawking-Strahlung in der Astrophysik gut bekannt ist, ist der Mechanismus, durch den sie in einem gravitativen Kontext entsteht, noch nicht vollständig geklärt. Ein Wissenschaftler der Universität Paderborn beleuchtet diesen Mechanismus nun mithilfe von Gravitationsanaloga im Labor. Ein internationales Team aus Forschenden des Weizmann Institute of Science in Israel, des Cinvestav in Mexiko und aus Paderborn hat dabei einen Durchbruch erzielt: Sie haben den Erzeugungsprozess der Hawking-Strahlung theoretisch in einer nicht-linearen optischen Umgebung nachgebildet und dabei einen einfachen, direkten Mechanismus identifiziert. Außerdem konnten sie in Experimenten beobachten, dass sich die Strahlung auf das System auswirkt. Die Ergebnisse wurden jetzt im renommierten Fachmagazin „Nature“ veröffentlicht.

Traditionelle Modelle beschreiben einen kaskadierenden Mechanismus, bei dem verschiedene quantenmechanische Prozesse ineinandergreifen, um die Strahlung zu erzeugen. In einer Kombination aus rigoroser theoretischer Modellierung und präzisen Experimenten an einem faseroptischen Analogon des Ereignishorizonts haben die Forschenden herausgefunden, wie die Hawking-Strahlung und ihre Rückkopplung auf das System zustande kommen könnte. Anstatt eines komplizierten, mehrstufigen Ablaufs fanden sie Hinweise auf einen einfachen, direkten Mechanismus der Strahlungserzeugung. „Das vereinfacht das theoretische Verständnis und eröffnet neue Wege zur Berechnung von Effekten in solchen Systemen. Vielleicht könnte es sogar Aufschluss darüber geben, wie die Hawking-Strahlung im Fall der Gravitation entsteht“, erklärt Dr. Lorenzo M. Procopio. Er war zuvor Teil der Arbeitsgruppe am Weizmann Institute of Science, wo er das Projekt federführend geleitet und die Experimente durchgeführt und ausgewertet hat. Dr. Procopio forscht nun am [Institut für Photonische Quantensysteme](#) (PhoQS) und dem [Department Physik](#) der Universität Paderborn.

Die Forschenden haben nicht nur den direkteren Erzeugungsprozess nachgewiesen, sondern auch experimentell verifiziert, wie sich die Hawking-Strahlung auf das System auswirkt. Das bedeutet, die emittierte Hawking-Strahlung wirkt nicht nur passiv aus dem System heraus, sondern interagiert aktiv. Diese Wechselwirkung ist essenziell, um zu verstehen, ob und wie schwarze Löcher im Gleichgewicht bleiben oder wie sie ihre Masse verlieren. Die Beobachtung dieser Rückwirkung in einem kontrollierten Laborsetting gibt den Wissenschaftler*innen die einzigartige Chance, Effekte zu studieren, die im echten Universum aufgrund der extremen Skalen kaum zugänglich wären.

Die Fähigkeit, Hawking-Strahlung in kontrollierten Umgebungen zu studieren, könnte wichtige Hinweise auf die Natur der Quantengravitation liefern. Obwohl schwarze Löcher selbst weiterhin unerreichbar fern bleiben, erlauben diese Analogexperimente tiefe Einblicke in die zugrunde liegende Physik.

Zum Paper: <https://www.nature.com/articles/s41586-026-10720-3>

<https://www.uni-paderborn.de/nachricht/159880>