


$$m_\nu < 0,45 \text{ eV}/c^2$$

KATRIN setzt neues Limit:
Neutrinos 1 Mio. Mal leichter als Elektronen

Die Neutrinomasse

Helmholtz Matter erforscht die Struktur und die Eigenschaften der Materie. Nun stellt die KATRIN-Kollaboration ihr neuestes Ergebnis zur Neutrinomasse vor.

Neutrinos spielen sowohl im Universum als auch in der Welt der fundamentalen Teilchen eine Schlüsselrolle, denn sie verbinden kosmische mit subatomaren Skalen: Als Überbleibsel des Urknalls durchsetzen Neutrinos noch heute in großer Zahl unseren Kosmos – ihr Vorkommen ist milliardenfach häufiger als das von Atomen. Als "kosmische Architekten" haben sie die Entwicklung des Universums mitgeprägt.

Ihre kleine, aber nicht verschwindende Ruhemasse weist über das etablierte Standardmodell der Elementarteilchenphysik hinaus. Bisher ist es noch nicht gelungen, die Neutrinomasse im Labor direkt zu messen.

„Das neue Ergebnis ist ein Meilenstein auf dem Weg zum Messziel von KATRIN.“



Kathrin Valerius
Ko-Sprecherin der
KATRIN Kollaboration
Karlsruher Institut
für Technologie (KIT)

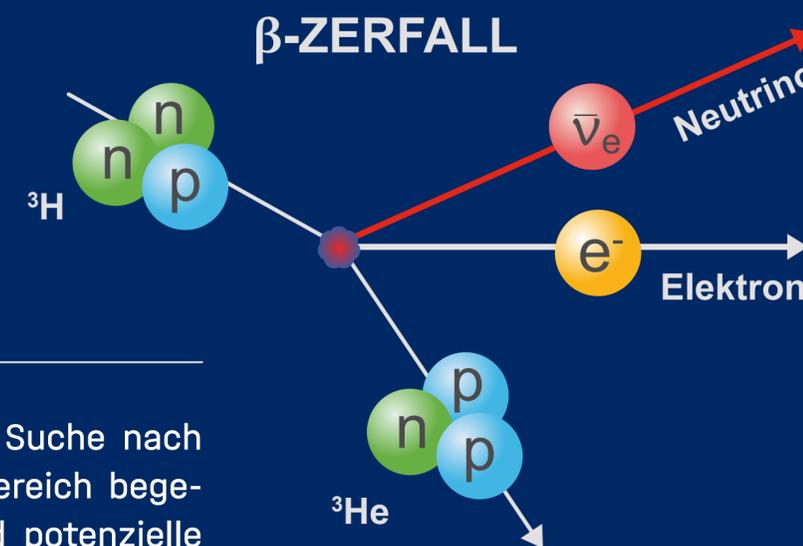


Markus Breig/KIT

Mit dem weltweit führenden KARlsruher TRitium Neutrino Experiment (KATRIN), das die Neutrinomasse mit einer direkten und modellunabhängigen Methode misst, ist es nun gelungen, eine Obergrenze von $0,45 \text{ eV}/c^2$ für die Neutrinomasse zu bestimmen.

[Science 388 \(issue 6743\), 180-185 \(2025\)](#)

Das KATRIN-Experiment



Die KATRIN-Messung beruht auf Arbeiten von W. Pauli und E. Fermi, die vor fast 100 Jahren zeigten, dass präzise Beta-Zerfallsspektroskopie die winzige Neutrinomasse sichtbar machen kann. KATRIN analysiert den Zerfall des Wasserstoffisotops Tritium in ${}^3\text{He}$, um aus der Energieverteilung der Beta-Elektronen die Neutrinomasse zu bestimmen. Dafür benötigt KATRIN eine leistungsstarke Tritiumquelle, betrieben am Tritiumlabor Karlsruhe (TLK). Seit 2019 läuft der Messbetrieb, der bis Ende 2025 andauern wird.

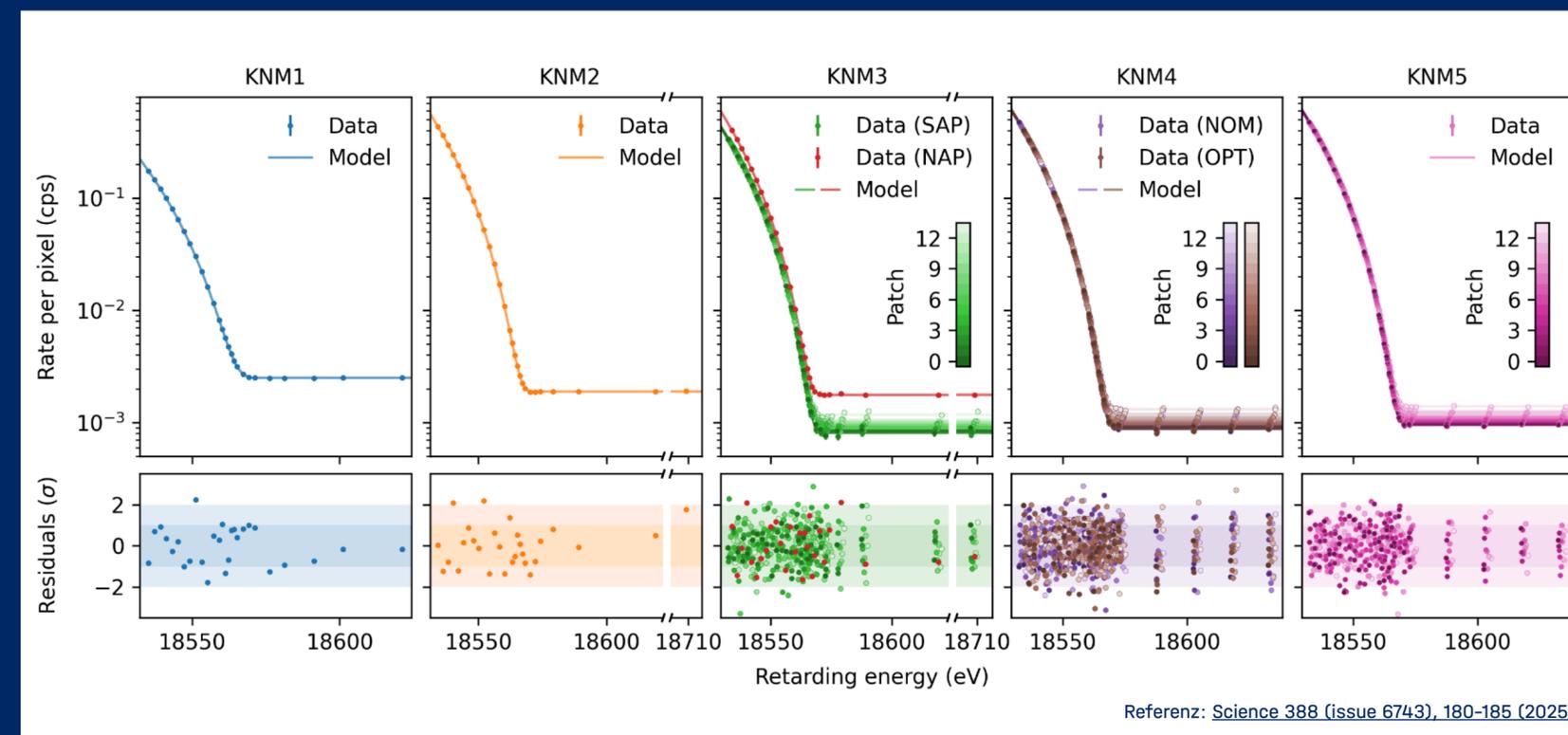
Ab 2026 wird sich KATRIN auf die Suche nach sterilen Neutrinos im keV-Massenbereich begeben. Solche sterilen Neutrinos sind potenzielle Kandidaten für die mysteriöse Dunkle Materie, die in zahlreichen astrophysikalischen und kosmologischen Beobachtungen nachgewiesen wurde, deren genaue Natur jedoch noch unbekannt ist.

Präzisionsspektroskopie des Tritiumzerfalls mit den ersten fünf Runs der KATRIN-Messungen.



Aus der kürzlich vorgestellten Auswertung der ersten fünf Science Runs (KNM 1-5, Bild rechts), konnte eine neue Obergrenze für die Neutrinomasse bestimmt werden.

Diese modellunabhängige Labormethode erlaubt es KATRIN, die Masse dieser „Leichtgewichte des Universums“ mit bisher unerreichter Präzision einzugrenzen. Dadurch können kosmologische Modelle getestet und neue Erkenntnisse gewonnen werden.



Die Zentren in
Helmholtz Matter:



Daten und Fakten

KATRIN-Experiment

- Länge: 70 m
- Breite: 12,6 m
- Höhe: 12,6 m (Hauptspektrometer mit Magnetspulen)
- Gewicht: ca. 250 t

Tritiumlabor Karlsruhe TLK

- Missionen: **Brennstoffkreislauf für die Kernfusion** und **Messung der Neutrinomasse**
- Umgangsgenehmigung für 40 g Tritium
- **> 30 Jahre Erfahrung** in sicherer Handhabung von Tritium
- Weltweit **größte Infrastruktur** für zivile Tritiumnutzung
- **> 20 Handschuhkastensysteme** auf mehr als 1600 m² Laborfläche

KATRIN-Kollaboration

150 Forschende aus über 20 Institutionen in 7 Ländern: Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien, Thailand, Tschechische Republik, USA

Deutsche Beteiligung

HU Berlin, U Bonn, U Heidelberg, U Mainz, U Münster, TU München, U Wuppertal, KIT, MPIK Heidelberg, MPP München

Standort

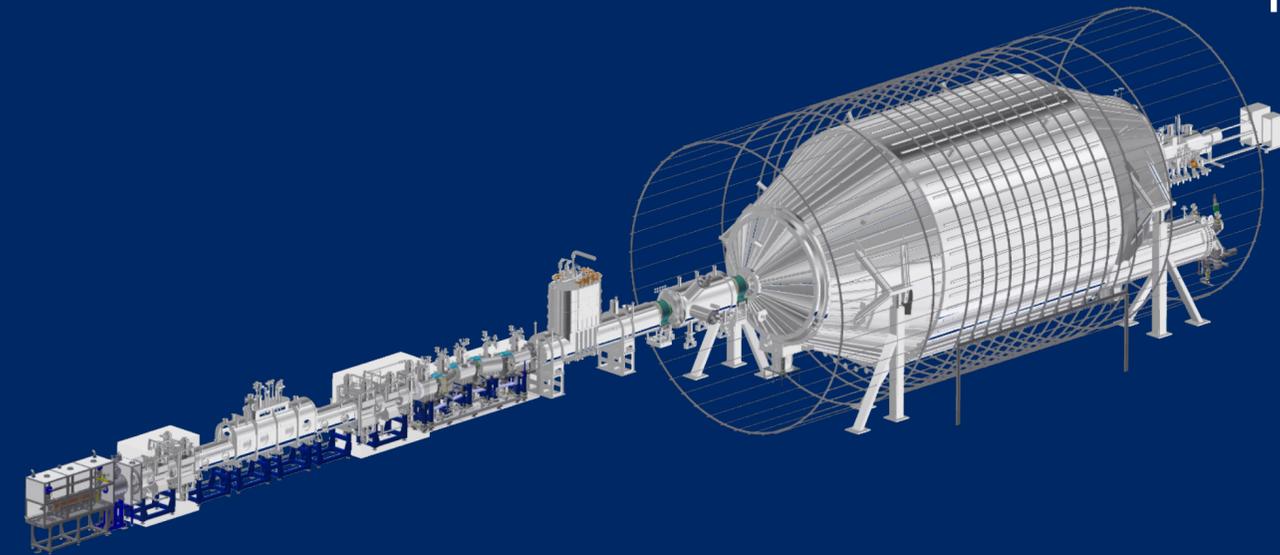
KIT Campus Nord, Karlsruhe
www.katrin.kit.edu

Helmholtz-Programme

Materie und Universum, Materie und Technologien

Kontakt

kathrin.valerius@kit.edu



Forschungsziel

Neutrinos prägen die Entwicklung unseres Universums. Ihre Eigenschaften und ihre Natur werfen jedoch noch viele offene Fragen auf. Die Bestimmung der Neutrinomasse ist dabei für die Kosmologie, Astrophysik und Teilchenphysik eine entscheidende Mission.

KATRIN hilft uns, das Universum bes- ser zu verstehen.

