

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** - (2008)  
**Heft:** 77

**Artikel:** Phantome in der Opera  
**Autor:** Roth, Patrick  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-968169>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Phantome in der Opera

**Ein Experiment des Cern in Genf und des Gran-Sasso-Laboratoriums bei Rom soll erstmals die Oszillation künstlich erzeugter Tau-Neutrinos beobachten und diese phantombarten Elementarteilchen fassbar machen. Schweizer Forschende sind an der Vorbereitung und Auswertung des Projekts beteiligt.** Von Patrick Roth

Die elektrisch neutralen Neutrinos gehören zu den Phantomen unter den Elementarteilchen. Obwohl sie bei Kernfusionsprozessen im Inneren von Sternen in Massen erzeugt werden, treten sie nur äußerst selten in Wechselwirkung mit anderer Materie. Pro Sekunde strömen etwa 70 Milliarden Neutrinos durch jeden Quadratzentimeter der Erdoberfläche – dennoch wäre eine Bleiwand von einem Lichtjahr Dicke notwendig, um die Hälfte von ihnen abzufangen. Ihr Entdecker, der österreichische Physiker Wolfgang Pauli, lamentierte im Jahr 1930: «Heute habe ich etwas Schreckliches getan, etwas, was kein theoretischer Physiker jemals tun sollte. Ich habe etwas vorgeschlagen, was nie experimentell verifiziert werden kann.» Paulis Voraussage sollte sich indes nicht bewahrheiten. In den rund 80 Jahren seit seinem Postulat konnte das Neutrino nicht nur experimentell nachgewiesen werden, es entpuppte sich sogar als Chimäre, die in drei Sorten (Elektron-, Myon- und Tau-Neutrino) vorkommt und sich in der so genannten Neutrinooszillation spontan von einer in jede andere Variante verwandeln kann. Die Oszillation einzelner, solarer Neutrinos konnte weltweit mit verschiedenen Detektoren nachgewiesen werden. Das interna-

tionale Experiment Opera (Oscillation Project with Emulsion Tracking Apparatus) soll nun die Theorie der Neutrinooszillation durch mehr Messwerte präzisieren. Mit Beteiligung der Universitäten Neuenburg und Bern sowie der ETH Zürich soll Opera im laufenden Jahr das Auftauchen von Tau-Neutrinos erstmals experimentell bestätigen und quantitativ untersuchen.

## Genf–Rom in 2,5 Millisekunden

Zu diesem Zweck schiessen die Forscher mit Hilfe des SPS-Beschleunigers des Cern einen Teilchenstrahl – vor allem Myon-Neutrinos – unterirdisch und 730 Kilometer weit auf ein Target im Gran-Sasso-Laboratorium bei Rom. Trotz der extrem kurzen Flugzeit von 2,5 Millisekunden zwischen Genf und Rom rechnen die Forscher mit Neutrinooszillationen der fast lichtschnellen Teilchen. «Etwa zwei Prozent der Myonen-Neutrinos sollten sich unterwegs in Tau-Neutrinos umwandeln», erklärt Jean-Luc Vuilleumier vom Physikalischen Institut der Universität Neuenburg, der an der Planung und Auswertung des Opera-Experiments beteiligt ist. Von der experimentellen Beobachtung der Neutrinooszillation erhofft sich Vuilleumier genauere Angaben zur Masse der verschiedenen Neutrinos. Die

durchschnittliche Masse der Neutrinovarianten ist auch für die Kosmologie von Interesse, denn sie lässt Rückschlüsse auf die Strukturbildung im frühen Universum zu. Letztlich wäre der Nachweis von Tau-Neutrinos im Opera-Detektor aber schlicht der Beweis dafür, dass sich Neutrinos tatsächlich von einer Variante in eine andere verwandeln und somit die Neutrinooszillation nicht das Erscheinungsbild eines noch exotischeren Prozesses darstellt.

Es wird erwartet, dass der aus 7,5 Millionen dünnen Bleiplatten bestehende Opera-Detektor im Gran-Sasso-Labor während seiner Laufzeit rund 40 Kandidaten für Tau-Neutrinos pro Tag melden wird. Das Aussieben der relevanten Messdaten aus der Flut von falschen Signalen erfolgt jedoch nicht mehr in Italien, sondern wieder in der Schweiz. Am Laboratorium für Hochenergiephysik der Universität Bern wird jeder der etwa ziegelgrossen Sensoren, in dessen empfindlicher Emulsion ein Teilchenschauer eingebrannt ist, von einem roboterisierten Mustererkennungssystem untersucht. Jean-Luc Vuilleumier ist zuversichtlich: «In den fünf Jahren Laufzeit des Experiments wird Opera etwa zehn bis fünfzehn Tau-Neutrinos nachweisen.» ■