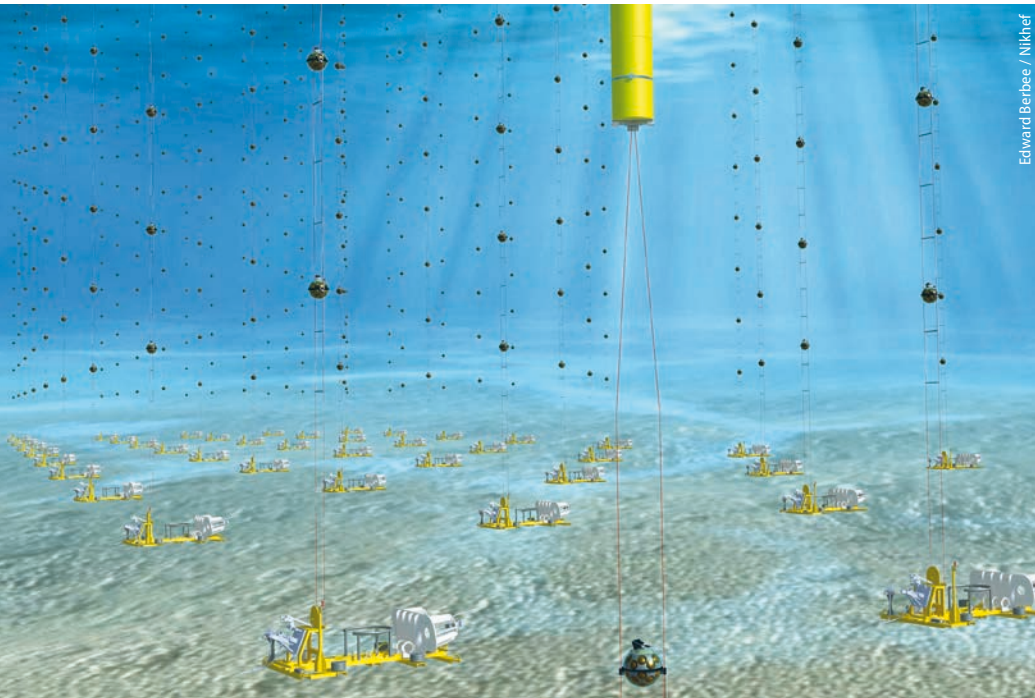


## Von Russland bis ins Mittelmeer

In Europa könnte in Zukunft das Protvino-ORCA-Experiment Neutrinooszillationen untersuchen.



Edward Berbee / Nikhef

Zweitausend Module mit optischen Sensoren werden im Mittelmeer den ORCA-Detektor bilden, der einen Neutrinostrahl aus Russland detektieren könnte.

Die Idee ist nicht neu, einen Teilchenstrahl aus Neutrinos zu erzeugen und in weiter Entfernung deren Oszillation mit einem großvolumigen Detektor nachzuweisen. Die Dimensionen für ein solches Long-Baseline-Experiment, die ein internationales Team von Teilchenphysikern nun vorschlägt, sind es aber durchaus: Der Beschleuniger im russischen Protvino ist fast 2600 Kilometer vom ORCA-Detektor entfernt, der im Mittelmeer vor der französischen Küste gebaut wird. Damit ergänzt der Vorschlag ideal die bereits laufenden oder im Bau befindlichen Experimente in Japan und den USA.

Ende Februar veröffentlichten 90 Forscherinnen und Forscher aus zehn europäischen Ländern, Australien und Marokko einen Letter of Interest zum Protvino-ORCA-Experiment – kurz P2O.<sup>1)</sup> Der Aufbau besteht aus einem Beschleuniger, einem nahe gelegenen und einem weit entfernten

Neutrinodektor. P2O soll den Synchrotronbeschleuniger in Protvino nutzen, der seit Ende der 1960er-Jahre einen Protonenstrahl mit 70 GeV Energie bereitstellt. Treffen die Protonen auf ein Target, entstehen Pionen und bei deren Zerfall zu Myonen die gewünschten Neutrinos mit Energien zwischen 2 und 7 GeV. Zusammensetzung, Energiespektrum und Intensität des Neutrinostrahls registriert der nahe gelegene Detektor. Dieser muss für P2O noch entwickelt werden. Der Standort müsste sich etwa 300 Meter vom Target entfernt in 90 Metern Tiefe befinden, damit er auf der direkten Verbindungslinie zum ORCA-Detektor vor der französischen Mittelmeerküste liegt. ORCA ist Teil des Kubikkilometer-Neutrino-Teleskops KM3NeT, das kosmische und atmosphärische Neutrinos untersuchen soll.

Damit nutzt das Projekt bereits bestehende oder im Bau befindliche Infrastrukturen aus – und stellt eine kostengünstige Möglichkeit dar, in Europa wieder ein Programm zur Neutrino-Physik mit Long-Baseline-

Experimenten zu etablieren. Jürgen Brunner vom Zentrum für Teilchenphysik in Marseille, Initiator von P2O und einer der wissenschaftlichen Koordinatoren in der KM3NeT-Kollaboration, ist überzeugt: „Die Chancen, Teil der nächsten Europäischen Strategie für Teilchenphysik zu werden, stehen sehr gut.“ Zwar gibt es in Europa mit ESSnuSB ein weiteres Projekt auf ähnlichem Planungsniveau,<sup>2)</sup> das nach Brunners Einschätzung aber kostspieliger wäre. Ein Tscherenkow-Detektor ähnlich Hyper-Kamiokande in Japan soll dabei einen sehr intensiven, aber niederenergetischen Neutrinostrahl aus der European Spallation Source in Lund nachweisen.

Weltweit nehmen mit T2K in Japan und NOvA in den USA bereits zwei Long-Baseline-Experimente Daten auf. Gemeinsames Ziel ist es, die Neutrino-Massenhierarchie zu bestimmen und die leptonische CP-Verletzung zu untersuchen. Die Messreihen sollen Mitte der 2020er-Jahre abgeschlossen sein, sodass die im Bau befindlichen Experimente T2HK und DUNE direkt anschließen können. Gemäß dem vorliegenden Zeitplan könnten Mitte der 2030er-Jahre die ersten Messreihen von P2O vorliegen. „Das macht uns zum dezidierten Nachfolgeexperiment für T2HK und DUNE“, sagt Jürgen Brunner.

Zunächst gilt es aber, das ehrgeizige Projekt in der Europäischen Strategie für Teilchenphysik zu verankern, deren Upgrade im Mai kommenden Jahres veröffentlicht werden soll. Das könnte helfen, die nötigen Designstudien zu finanzieren und auf russischer Seite die Investitionen in den Beschleuniger zu sichern. Auch deutsche Gruppen sind durch ihr Engagement in der KM3NeT-Kollaboration bei P2O involviert, beispielsweise Thomas Eberl von der FAU Erlangen-Nürnberg. Er sieht beim Design und Bau des nahe gelegenen Detektors, aber auch bei Simulationen und Datenanalyse Potenzial, die deutsche Expertise einzubringen.

**Kerstin Sonnabend**

1) Das Dokument findet sich unter <https://arxiv.org/abs/1902.06083>.

2) ESS Neutrino Super Beam: <http://essnusb.eu>