

jedes kleinste Bauteil der Photomultiplier, die wir mit dem Hersteller entwickelt haben, mussten wir genau überprüfen, damit wir uns keine unerwünschten Verunreinigungen einfangen“, betont Manfred Lindner, Direktor am MPIK und Sprecher des XENONIT-Kollaboration-Boards. Die Reinheit aller Materialien hat er mit seiner Gruppe auf Herz und Nieren getestet. Das Xenon muss sogar weiter gereinigt werden, um aller kleinste Mengen des Isotops Kr-85 zu entfernen. Das ist ein wichtiger Beitrag des „Reinigungsteams“ von der Uni Münster. Die Gruppe von Christian Weinheimer hat neben einem Gasreinigungssystem eine einzigartige kryogene Destillationssäule beige-steuert.

Jetzt ist der Detektor fertig zusammen geschraubt. Im nächsten Schritt wird der Wassertank geflutet und getestet, bevor das flüssige (und kostbare) Xenon in den Detektor eingeleitet wird. Vermutlich Anfang 2016 startet die Datennahme. Aufgrund der viel besseren Empfindlichkeit sollte XENONIT seine Konkurrenzprojekte innerhalb kürzester Zeit hinter sich lassen: Eine Woche Datennahme mit XENONIT reicht aus, um die bislang beste Grenze für den Wechselwirkungsquerschnitt zu erzielen. „Die deutschen Partner wollen



Xenon-Kollaboration

Unter Tage schneidet Xenon-Sprecherin Elena Aprile in Anwesenheit von Kolleginnen, Kollegen und Gästen das rote Band durch.

hierzu entscheidend beitragen“, verspricht Uwe Oberlack von der Uni Mainz, der ebenfalls an der Kollaboration beteiligt ist. Erste Erfolgsmeldungen könnten aber ein paar Monate dauern, da es zuvor gilt, den Detektor zu kalibrieren und zu verstehen. „Wenn wir das bis zum nächsten Sommer geschafft haben, wäre das ein fantastischer Erfolg“, meint Christian Weinheimer.

Auch das Upgrade steht bereits in den Startlöchern: XENONnT mit sieben Tonnen flüssigen Xenons. Rund zwei Jahre soll das bestehende Experiment Daten sammeln, bevor die Wissenschaftler das aktive Volumen im Inneren des Xenontanks vergrößern. Vorbereitet ist alles: Die Kabel für die nächste Stufe des Experiments sind verlegt, die Photomultiplier werden recycelt und um rund 150 Stück ergänzt. Vier Millionen Euro wird diese Er-

weiterung etwa kosten, welche die Empfindlichkeit nochmals um den Faktor 10 steigern soll. Der Umbau ist keine große Sache, wie Rafael Lang verdeutlicht: „Wir haben alles modular aufgebaut und können das meiste vorbereiten, bevor wir den Tank öffnen. Mehr als vier bis sechs Wochen wird der Umbau nicht dauern.“

In den nächsten zwei bis drei Jahren wird XENONIT Maßstäbe setzen und braucht keine Konkurrenz durch andere Experimente zu fürchten. Dennoch ist Geduld gefragt, denn mehr als zwei oder drei Ereignisse pro Jahr sind nicht zu erwarten. Insofern wartet auf die Wissenschaftler der XENON-Kollaboration eine schwierigere Aufgabe als lediglich die Suche einer Nadel im Heuhaufen.

Maike Pfalz

## ■ Kosmische Teilchen im Klassenzimmer

Am 5. November 2015 fand der vierte International Cosmic Day statt.

Das Universum ist groß und voller Geheimnisse, aber um es zu untersuchen, reichen die kleinsten Teilchen. Beim „International Cosmic Day“ lernen Schülerinnen und Schüler rund um den Globus die Astroteilchenphysik und den Alltag internationaler Zusammenarbeit kennen. In Schulen, Forschungsinstituten und Universitäten bauen sie eigene Experimente zur kosmischen Strahlung auf. Dabei haben sie echte Forscher und Forscherinnen als Ansprechpartner.

Der hundertste Jahrestag der Entdeckung der kosmischen

Strahlung durch den Österreicher Victor Hess war für DESY und das Netzwerk Teilchenwelt in Deutschland sowie das Forschungszentrum Fermilab mit seinem Lehrernetzwerk QuarkNet in den USA der Anlass, zum ersten International Cosmic Day einzuladen. Schülerinnen und Schüler sollten erkennen, was kosmische Strahlung ist, wo sie herkommt, wie man sie misst und die Ergebnisse auswertet. In diesem Jahr beschäftigten sich rund 400 Schüler zwischen 12 und 18 Jahren an 39 Institutionen mit den Teilchenexperimenten.

Beim Cosmic Day geht es darum, die großen Experimente wie Auger oder IceCube im Kleinen nachzubilden. „Alle diese Aufbauten beinhalten einen Detektor, eine Datenauslese und einen Computer. In vereinfachter Form passt es auf einen Schultisch“, erklärt Carolin Schwerdt von DESY, die den International Cosmic Day federführend koordiniert.

Dieser Tag beginnt üblicherweise mit einem einführenden Vortrag über die Ursprünge kosmischer Strahlung, moderne Forschungsthemen oder die großen Experi-

mente der Astroteilchenphysik. Forscher oder Forscherinnen geben einen Einblick in ihre Arbeit und das nötige Handwerkszeug, um die Experimente des Tages durchzuführen und auszuwerten. In Deutschland kommen meist Fachleute von Forschungsinstituten mit Aufbauten des Netzwerks Teilchenwelt zu den Schülerinnen und Schülern, oder die Teilnehmer werden an Institute und Universitäten eingeladen.

Im Mittelpunkt stehen das eigene Experiment und die Auswertung und Interpretation von Daten. Am Ende des Tages stellen die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse einander per Videokonferenz vor und erleben so einen wichtigen Teil der Arbeit in internationalen Kollaborationen. „Es begeistert Teilnehmer und Ausrichter immer wieder, dass die Schüler so offen auf Englisch ihre Ergebnisse präsen-



Schülerinnen und Schüler werten beim International Cosmic Day 2015 ihre Daten aus.

tieren können“, berichtet Carolin Schwerdt: „Alle machen ein bisschen andere Experimente, aber am Ende ist es die gleiche Physik.“

Der International Cosmic Day wirkt auch weit über diesen einen Tag hinaus, denn im Rahmen des

Netzwerks Teilchenwelt können sich Lehrerinnen und Lehrer die Experimente für ihren eigenen Unterricht ausleihen und damit die kosmischen Teilchen bildlich ins Klassenzimmer bringen.

Susanne Koch

## ■ Wenn Elektronen auf Laserwellen surfen...

Ein Mini-Speicherring liefert in München hochbrillante Röntgenstrahlung.

Ende Dezember ist es 120 Jahre her, dass Wilhelm Conrad Röntgen die erste Röntgenaufnahme veröffentlichte. Inzwischen ist die Anwendung dieser nach ihm benannten Strahlung aus der medizinischen Diagnostik nicht mehr wegzudenken. Die brilliantesten Röntgenquellen finden sich heute an Synchrotronbeschleunigern. Die einige Milliarden Euro teuren Anlagen erzeugen intensive Röntgenstrahlung, deren Qualität ausreicht, selbst Weichteile abzubilden oder kleinste Tumore zu diagnostizieren. Die

Vorlaufzeiten für Experimente an diesen Anlagen sind aber so lang, dass eine Verwendung im medizinischen Alltag nicht absehbar ist.

In München ist es nun gelungen, eine ähnlich brillante Röntgenquelle auf einer Fläche von nur 15 Quadratmetern zu realisieren. In der „Munich Compact Light Source“, einem Gemeinschaftsprojekt von TU und LMU München, treffen schnelle Elektronen auf Laserlicht in einem Raumgebiet, das halb so dünn ist wie ein menschliches Haar. Das Laserlicht wirkt wie ein optischer Undulator auf die Elektronen. Sie schwingen senkrecht zu ihrer Bewegungsrichtung und geben dabei Röntgenstrahlung ab. Dazu benötigen die Elektronen eine Energie, die wesentlich geringer ist als an den klassischen Synchrotronquellen. Daher reichen ein Beschleuniger und Speicherring im Miniaturformat aus, um brillante Röntgenstrahlung zu erzeugen.

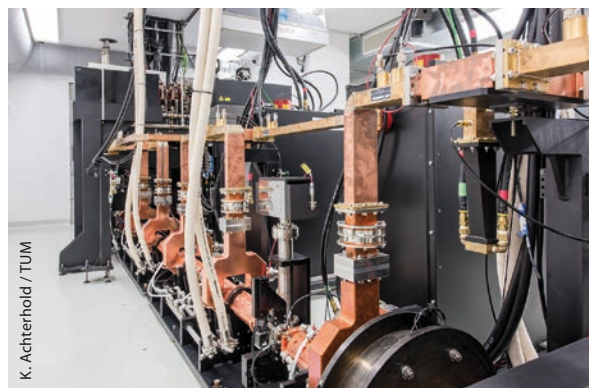
Die Energie der Elektronen ist variabel. Dadurch lässt sich die

Wellenlänge der Röntgenstrahlung für das zu untersuchende Gewebe optimieren. Außerdem führt der eng begrenzte Entstehungsort der Strahlung zu einer verbesserten räumlichen Auflösung. Dies ermöglicht differenzierte und exakte Diagnosen. Der Einsatz der Münchner Miniquelle ist in der Onkologie geplant, z. B. bei der Suche nach sehr kleinen Tumoren. Daneben soll sie dazu dienen, Knocheneigenschaften bei Osteoporose zu vermessen oder Veränderungen von Lungenbläschen bei verschiedenen Lungenkrankheiten zu bestimmen.

Zunächst sind vorklinische Studien vorgesehen, in denen die Röntgenquelle hilft, Gewebeproben eingehend zu untersuchen. Das gesamte Potenzial der Quelle will die Gruppe von Franz Pfeiffer von der TU München ausloten. Ziel ist es, mit dem Prototypen neue Techniken für die medizinische Diagnostik zu entwickeln.

Kerstin Sonnabend / TUM

Der neue Mini-Teilchenbeschleuniger steht am Zentralinstitut für Medizintechnik in Garching.



K. Achterhold / TUM