

steht aus zwei Laserwaffenstationen mit 30 bzw. 20 Kilowatt Leistung, die in Flugabwehrgeschütztürmen integriert sind und deren Strahlleistungen im Ziel überlagert werden. Bei den Testvorführungen wurden nach Angaben von Rheinmetall u. a. eine zwei Kilometer entfernte Drohne abgeschossen und eine Stahlkugel mit einem Durchmesser von nur 8 cm und mit 180 km/h Geschwindigkeit im Flug erfasst und bekämpft.

Laut Rheinmetall ist die prä-sentiertere Laserwaffe auch unter widrigen Witterungsbedingungen funktionsfähig. Die modulare Bauweise erlaube es, die Leistung des Laserwaffensystems auf 100 kW bei gleichbleibender Strahlqualität zu steigern. „Die Reichweite der Systeme ist begrenzt. Daher eignet sich die Technologie wohl eher für den gezielten Einsatz wie den Schutz strategisch wichtiger Objekte als dafür, große Gebiete flächendeckend abzuschirmen“, sagt Götz Neuneck, stellvertretender wissenschaftlicher

Direktor am Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik in Hamburg und Vorsitzender der DPG-Arbeitsgruppe „Physik und Abrüstung“. Für ein umfassendes Antidrohnsystem müsse man viele Geräte bauen und einsetzen. Dabei wären die Herstellungskosten und die Energieversorgung die entscheidenden Herausforderungen.

Laserwaffen mit geringer Leistung, welche zur Erblindung von Gegnern führen können, sind durch die Genfer Konvention geächtet. Sollten Hochenergielasersysteme für Waffenzwecke ausgereift sein, ergibt sich für die Rüstungskontrolle das „dual use“-Dilemma, da solche Laser auch für zivile Zwecke entwickelt und genutzt werden. „Eine Kontrolle des Exports von Hochenergielasern ist bereits jetzt sinnvoll, unabhängig davon, wie gut die Technik heute funktioniert. Am besten wäre das vollständige Verbot von Hochenergielasern für militärische Zwecke“, meint Götz Neuneck.

Die Entwicklung von Hochenergielaserwaffen wird derweil fortgesetzt, nicht zuletzt weil sich die Rüstungsindustrie einen Zukunftsmarkt für solche Systeme verspricht. Rheinmetall hat für 2013 den Aufbau eines 60 kW-Systems angekündigt.

Katja Paff / Alexander Pawlak

■ Flexibel und schnell vernetzt

Das Deutsche Forschungsnetz ist mit einer neuen Transporttechnik besser gerüstet für anstehende Großprojekte der Wissenschaft. Wissenschaftliche Großprojekte wie der Large Hadron Collider am CERN produzieren inzwischen so viele Daten, dass diese weltweit an zahlreiche Rechenzentren verteilt und dort weiterverarbeitet und gespeichert werden müssen. In Deutschland versorgt das Deutsche Forschungsnetz (DFN) mehr als 750 Universitäten, Hochschulen

und andere Wissenschaftseinrichtungen mit seinem maßgeschneiderten Wissenschaftsnetz „X-WiN“, das nahtlos in den europäischen und weltweiten Verbund der Forschungs- und Wissenschaftsnetze integriert ist.^{#)}

Kürzlich wurde das Deutsche Forschungsnetz in einem mehrmonatigen Prozess auf eine neue optische Transporttechnik umgestellt, die insbesondere höhere Übertragungskapazitäten und einen flexibleren Betrieb erlaubt. Über jede Glasfaserstrecke lassen sich nun bis zu 88 Wellenlängenverbindungen mit Übertragungsraten von bis zu 100 Gbit/s schalten – vorher waren es gerade mal 40 Verbindungen mit einer um den Faktor zehn niedrigeren Übertragungsrate. Zudem ist es möglich, die neue

optische Plattform aus der Ferne zu schalten und somit deutlich flexibler auf neue Anforderungen zu reagieren. Früher war vor Ort eine manuelle Konfiguration erforderlich, sodass es Wochen dauern konnte, neue Verbindungen zu schalten oder bestehende umzuschalten.

Rund 11 000 Kilometer Glasfasern, die in mehreren Ringen angeordnet sind, bilden die Basis des Wissenschaftsnetzes. Die Umstellung auf die neue Technik musste an 111 Standorten im laufenden Betrieb stattfinden und durfte die mehr als 2,5 Millionen angeschlossenen Nutzer nicht stören – eine enorme planerische, logistische und technische Leistung: Da das neue System nicht kompatibel mit der alten Technik ist, wurden immer ganze Teilstrecken gleichzeitig mi-

griert. Dafür mussten beide Endpunkte sowie alle Kernnetz- und Verstärkerstandorte auf der gewählten Glasfaserstrecke bereits auf die neue Technik umgestellt sein. Im zentralen Bereich des Netzes wurde gar – vergleichbar mit einer Bypass-Operation – ein zweiter Glasfaser-ring angelegt und per Knopfdruck auf diesen umgeschaltet.

Die technische Aufrüstung des Wissenschaftsnetzes X-WiN ist eine wichtige Voraussetzung für die anstehenden internationalen Grand-Challenge-Projekte der Wissenschaft. Bei diesen werden noch mehr Daten anfallen als bei heutigen Großprojekten. In der Physik gilt das etwa für das Square Kilometer Array (SKA) oder die Experimente am Fusionsreaktor ITER.

DFN / Maik Pfalz

#) vgl. Physik Journal, November 2011, S. 11

■ Spatenstich für Indiens Neutrino-Labor

Nach Klärung der Standortfrage beginnen jetzt die Bauarbeiten im Süden des Subkontinents.

Eigentlich sollte das India-based Neutrino Observatory INO 2012 den Betrieb aufnehmen und als vorrangiges Ziel atmosphärische Neutrinos untersuchen, ein Forschungsgebiet, das insbesondere indische Physiker in den 1960er-Jahren vorangetrieben hatten.¹⁾ Doch aus Gründen des Tierschutzes mussten die Wissenschaftler vom ursprünglich gewählten Standort in Singara, 250 Kilometer südlich von Bangalore, sprichwörtlich Abstand nehmen: Die Bauarbeiten hätten einen unabsehbaren Stressfaktor für die dort lebenden Elefanten und Tiger bedeutet.²⁾ Die Physiker konnten jedoch – nicht zuletzt Dank Satellitenbildern – verhältnismäßig schnell einen alternativen Standort ausmachen: im Süden des Landes, rund hundert Kilometer westlich der Universitätsstadt Madurai. Hier sollen die Detektoren in 1300 Metern Tiefe unter dem „Ino Peak“ genannten Berg in den Bodi West Hills untergebracht werden. Gleichzeitig entsteht jetzt in Madurai ein Labor für den Bau bestimmter Teile des Detektors, das zudem als INO-Hauptquartier dient.



INO Coll./Tata Inst. Fund. Res.

Unterhalb des „Ino Peak“ entstehen die Wartungsgebäude, von denen aus ein

mehr als zwei Kilometer langer Tunnel zum unterirdischen Labor führen wird.

Das Vorhaben ist das bislang größte nationale Forschungsprojekt Indiens mit hundert Wissenschaftlern von 26 Instituten und einem Gesamtbudget von umgerechnet rund 300 Millionen Euro. In der ersten Ausbauphase soll ICAL, ein Eisenkalorimeter aus drei würfelförmigen Modulen von je rund 15 Metern Kantenlänge, Neutrinos einfangen, die bei der Wechselwirkung kosmischer Strahlen mit der Erdatmosphäre entstehen.³⁾ Angepeilt ist der Start der Beobachtungen für 2017.

Die zweite Ausbaustufe hat die Suche nach dem neutrinolosen Doppel-Beta-Zerfall sowie Teilchen

der dunklen Materie zum Ziel. In Phase drei, bei der die Masse des Detektors auf 100 Kilotonnen verdoppelt wird, geht es in einem *Very long Baseline*-Experiment unter anderem um Neutrinos, die von den Teilchenbeschleunigern in Europa und Japan ausgehend quer durch die Erde sausen. Obgleich ein rein nationales Projekt, wollen die Indier das Experiment auch für ausländische Forscher zugänglich machen, nicht zuletzt auch als Dank für die ideelle Unterstützung des Vorhabens durch die internationale Community.

Oliver Dreissigacker

1) Physik Journal, Juni 2007, S. 12

2) Physik Journal, September 2010, S. 14

3) www.ino.tifr.res.in