

## ■ Elektronen für den Röntgenlaser

Mit dem Injektor ist der erste Teil des Elektronenbeschleunigers am European XFEL in Betrieb gegangen.

Am Injektor des Röntgenlasers European XFEL bei DESY in Hamburg wurden die ersten Elektronen nahezu auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Seit Ende Dezember läuft damit das vorderste Teilstück des supraleitenden Linearbeschleunigers im Testbetrieb. DESY baut und betreut die ganze Anlage. Dazu koordiniert das Helmholtz-Forschungszentrum ein Konsortium aus 17 europäischen Forschungseinrichtungen. Die Komponenten des Injektors stammen aus Hamburg und aus Instituten in Frankreich, Italien, Polen, Russland, Schweden, der Schweiz und Spanien.

Der European XFEL soll Röntgenstrahlung mit extrem hohen Intensitäten in sehr kurzen Pulsen erzeugen. Forscher aus aller Welt wollen damit neuartige Experimente zu Materialforschung, Astro- und Plasmaphysik, Strukturbiologie und schnellen chemischen Prozessen durchführen.<sup>1)</sup> Wichtig ist dafür die hohe Qualität des Elektronenstrahls: Hinter dem Injektor erhöht der Hauptbeschleuniger die Energie des Strahls weiter, bevor durch die gezielte Manipulation der Elektronen mit hochpräzisen Magnetfeldern Röntgenstrahlung entsteht. Die Technik des Injektors wurde bereits mit dem Freielektronen-Laser FLASH bei DESY erprobt.<sup>2)</sup> „Die ersten Elektronen im Injektor des European XFEL sind ein Meilenstein für diese ambitionierte Entdeckungsmaschine“, freut



Das supraleitende Beschleunigermodul (gelb) des Injektors am European XFEL enthält Hohlraumresonatoren aus Niob, die mit flüssigem Helium gekühlt werden.

sich der Vorsitzende des DESY-Direktoriums Helmut Dosch.

In den letzten anderthalb Jahren ging es beim European XFEL schnell voran: Im November 2014 zog die erste „Instrumentenhütte“ in die 4500 Quadratmeter große, unterirdische Experimentierhalle ein: Der Experimentierplatz HED (High-Energy Density Science) ist von einer 900 Tonnen schweren Betonkonstruktion umgeben, um die Strahlung abzuschirmen, die von Materie unter extremsten Temperaturen oder Druck ausgeht. Drei Monate später feierte das Hauptgebäude Richtfest: Es steht auf der Experimentierhalle und beherbergt neben Büroräumen auch Labors für biologische Proben oder Elektronenmikroskopie. Seit April 2015 gibt es eine 3,4 Kilometer lange Glasfaserleitung zwischen Beschleunigeranlage und Experimen-

tierhalle, die Daten und Kontrollkommandos transportieren wird. Im Sommer kam die erste Komponente eines Messinstruments an: ein solider Turm für das Femtosecond X-ray Experiment, der einen hochpräzisen Detektor und einen Roboter zur exakten Positionierung der Proben tragen wird.

Auf dem YouTube-Kanal des European XFEL ist es bereits möglich, den Tunnel des Beschleunigers auf voller Länge zu durchfliegen. Ende des Jahres soll der Hauptbeschleuniger tatsächlich den Betrieb aufnehmen. Bereits die Hälfte der supraleitenden Module ist getestet und aufgebaut. Die Röntgenstrahlung soll den ersten Nutzern ab 2017 zur Verfügung stehen. Dann geht der European XFEL zehn Jahre nach dem offiziellen Startschuss in die Experimentierphase.<sup>3)</sup>

Kerstin Sonnabend

1) Physik Journal, Oktober 2011, S. 6

2) Physik Journal, April 2008, S. 37

3) Physik Journal, Juli 2007, S. 6

## ■ Atomares Säbelrasseln

Nordkorea hat einen vierten unterirdischen Kernwaffentest durchgeführt. War es eine Wasserstoffbombe?

„Der erste Test einer Wasserstoffbombe ist erfolgreich durchgeführt worden“, verkündete die Ansagerin im nordkoreanischen Staatsfernsehen am 6. Januar um 10 Uhr Ortszeit. Was durch den opernhafte Vortrag skurril wirkte, ließ die Weltgemeinschaft besorgt aufhorchen, denn fast zeitgleich

hatten viele Messstationen auf aller Welt eine Erschütterung registriert, deren Größe bei etwa fünf Magnituden lag. Damit war klar, dass die Nachricht kein reiner Bluff war. „Ein Erdbeben lässt sich anhand der Wellenform der seismischen Erschütterung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit

ausschließen“, sagt Götz Neuneck, Sprecher des DPG-Arbeitskreises Physik und Abrüstung. Dies bestätigt auch das weltweite Netz an Messstationen zur Überwachung des Kernwaffen-Teststopp-Abkommens (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT), das mittlerweile zu 90 Prozent fertiggestellt

ist. Das Zentrum der Erschütterung liegt demnach in einem Umkreis von wenigen Kilometern um das Testgelände von Punggye Ri in der nordkoreanischen Provinz Nord-Hamgyong.

Die seismischen Signale wurden auch von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) registriert, an dem das Nationale CTBT-Datenzentrum angesiedelt ist. Nach dem bisherigen Stand der Auswertung sprechen viele Indizien für eine Nuklearexplosion mit einer Stärke von  $14 \pm 4,1$  Kilotonnen (kt) TNT-Äquivalent, was etwa der Hiroshima-Bombe entspricht. Zum Vergleich: Die Ladungsstärke der drei vorherigen nordkoreanischen Atombombentests lag bei ca. 0,7 kt (2006), 5,4 kt (2009) und 14 kt (2013).

„Ich glaube nicht, dass Nordkorea tatsächlich eine klassische Wasserstoffbombe getestet hat, denn die müsste eine dreißig- bis tausendfache Sprengkraft zeigen“, sagt Neunack. Allerdings sei zumindest denkbar, dass nur die zur

Zündung nötige Atombombe funktioniert habe, nicht aber die zweite Stufe, der thermonukleare Teil. Eine andere Möglichkeit wäre eine so genannte „geboostete Spaltbombe“, bei der Beimischungen von Wasserstoffisotopen zu zusätzlichen Fusionsreaktionen führen. Diese sorgen für mehr Neutronen und könnten auf diese Weise die Sprengkraft der Atombombe z. B. verdoppeln.

Weitere Gewissheit gäbe der Nachweis von Spaltprodukten, die beim Test entstehen und in die Atmosphäre gelangt sein könnten. Das sei immerhin von Flugzeugen aus möglich. Doch das kann noch Wochen dauern und hängt entscheidend von den Wetterverhältnissen ab. Diese muss man zudem simulieren, um auf die genaue Herkunft der radioaktiven Stoffe schließen zu können.

Unklar ist weiterhin, auf welche Weise Nordkorea seine Atombombe einsetzen könnte. Dass das Land Raketen besitzt, stellte es mit dem ersten Satellitenstart 2012 unter Beweis. Doch für einen Raketenein-



Durch Messung der seismischen Aktivität gelang es, den nordkoreanischen Kernwaffentest bis auf wenige Kilometer um das Testgelände Punggye Ri zu lokalisieren.

satz muss die getestete Atombombe kompakt genug sein. Nordkorea als Atommacht bietet jedoch genug Anlass zur Sorge. „Wir müssen weiterhin versuchen, eine politische Lösung zu finden. Das Problem lässt sich nicht militärisch lösen, auch nicht mit Raketenabwehr“, ist Götz Neunack überzeugt.

Alexander Pawlak

## ■ Gleiche Leistung, gleiche Note?

**Laut einer Studie erhalten Mädchen in der Schule bei gleicher Leistung schlechtere Noten in Physik als Jungen.**

Der Grundsatz „gleiche Note bei gleicher Leistung“ scheint nicht immer zu gelten. Laut einer Studie der ETH Zürich beurteilen Lehrer mit wenig Berufserfahrung Mädchen teilweise fast eine Note schlechter als Jungen.<sup>1)</sup> Die Psychologin Sarah Hofer befragte 780 Physiklehrerinnen und -lehrer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Teilnehmer sollten die gleiche, nicht ganz richtige, fiktive Schülerantwort aus der klassischen Mechanik bewerten. Die Hälfte ging davon aus, dass die Antwort von einer Schülerin stammte, die andere Hälfte dachte, dass sie die Antwort eines Jungen bewertet. Lehrerinnen und Lehrer aus Österreich und der Schweiz, die fünf oder weniger Jahre Berufserfahrung hatten, bewerteten Mädchen im Schnitt fast bis zu einer ganzen Note schlechter. In Deutschland bewerteten nur die

Lehrerinnen die Mädchen schlechter, die Lehrer benoteten hingegen beide Gruppen gleich. Warum gerade in Deutschland dieses spezielle Ergebnis zustande kam, lässt sich anhand der Daten nicht erklären. Mit zunehmender Berufserfahrung gleichen sich die Bewertungen wieder einander an. Lehrer, die mehr als zehn Jahre dabei sind, benoteten Mädchen und Jungen gleich.

Als Erklärung für die unterschiedlichen Bewertungen nimmt Hofer an, dass besonders am Beginn des Berufswegs stereotype Vorstellungen eine größere Rolle spielen. Mit zunehmender Berufserfahrung verlieren diese Stereotype eher an Bedeutung. Dass auch erwachsenen Frauen teilweise weniger Fachkompetenz in den Naturwissenschaften zugetraut wird, zeigte kürzlich eine Studie der Deutschen Forschungsgemein-

schaft. Bei den Förderquoten für die Einzelförderung hatten die Männer deutlich die Nase vorn.<sup>2)</sup>

Die schlechtere Benotung von Mädchen fördert nicht gerade die Bemühungen, mehr Mädchen für die Naturwissenschaften zu begeistern. „Noten sind das Feedback, das Schülerinnen und Schüler für ihre Leistung bekommen, und sie wirken sich stark auf ihr Selbstverständnis, ihre Motivation und ihre Anstrengungsbereitschaft aus“, sagte Hofer. Sie schlägt als Lösung z. B. ein klares Bewertungsschema bei der Korrektur von Arbeiten vor. In der Gymnasiallehrerausbildung will man an der ETH Zürich künftig der Notengebung größere Beachtung schenken.

Anja Hauck

1) S. Hofer, International Journal of Science Education 37, 2879 (2015)

2) Physik Journal, Januar 2016, S. 12