

Zeit nach dem LHC vorschlagen können, heißt es in dem Strategiepapier, das Europa federführend an der „energy frontier“ sieht. Am CERN sollten daher Designstudien sowohl für Proton-Proton- als auch für Elektron-Positron-Collider mit deutlich höheren Energien als LHC bzw. ILC durchgeführt werden. Dazu gehört insbesondere die Weiterentwicklung des CLIC-Projekts (Compact Linear Collider), das seit längerem am CERN verfolgt wird und lange als direkte Konkurrenz zum ILC galt. Inzwischen hat sich aber die Erkenntnis durchgesetzt, dass beide Projekte unterschiedliche Zeitskalen haben. „Den ILC könnten wir im Prinzip ab morgen bauen, bei CLIC sind wir aber über kleine Prototypen noch nicht hinausgekommen“, betont Mnich und erinnert daran, dass der ILC die gleichen supraleitenden Beschleunigerkavitäten verwenden soll wie der Röntgenlaser European XFEL, der derzeit in Hamburg entsteht. Parallel zu den CLIC-Studien sei

ein „energisches“ F&E-Programm für Hochfeldmagnete nötig, um in Proton-Proton-Kollisionen höhere Energien als beim LHC zu erreichen. Außer dem Wunsch nach höheren Energien gibt es bislang aber keine wissenschaftliche Motivation für ein solches Beschleunigerprojekt. Die Hoffnung der Physiker besteht natürlich darin, dass der LHC bei 14 TeV Resultate zutage fördert, mit denen sich eine solche Maschine rechtfertigen lässt.

Höchste Priorität soll schließlich auch die Neutrinophysik haben, die in Europa bereits prominent vertreten ist. Ergebnisse aus den vergangenen Jahren zu Neutrinooszillationen liefern eine überzeugende wissenschaftliche Begründung für Experimente, bei denen ein Neutrinostrahl auf einen über tausend Kilometer entfernten Detektor gerichtet wird. Europa solle künftig eine wichtige Rolle in solchen „long baseline“-Experimenten spielen und die Möglichkeit sondieren, sich an einem solchen Projekt in den

USA oder in Japan zu beteiligen. Anders als beim ILC gibt es derzeit noch mehrere konkurrierende Projekte, darunter ein europäisches mit einem Strahl vom CERN zu einer Mine in Finnland sowie ein als besonders aussichtsreich geltendes amerikanisches mit einem Strahl vom Fermilab zur 1300 Kilometer entfernten Homestake-Mine. „Die Neutrinophysiker sind nun aufgefordert, sich auf ein Projekt zu einigen, um die Chance auf eine Realisierung zu erhöhen“, sagt Mnich.

Schließlich spricht sich das Strategiepapier unter anderem auch für ein breit gefächertes, dynamisches Theorieprogramm aus und betont die wichtige Rolle von nationalen Instituten und Universitäten für die Entwicklung neuartiger Detektoren. In voraussichtlich fünf Jahren soll die Strategie aktualisiert werden. Bis dahin liegen vielleicht genug LHC-Ergebnisse vor, um die Weichen für die weitere Zukunft der Teilchenphysik zu stellen.

Stefan Jorda

## ■ Tiefschürfendes für Röntgenblitze

Die Tiefbauarbeiten für den European XFEL sind abgeschlossen.

Rund 3500 Bauarbeiter haben in den vergangenen drei Jahren mehr als 500 000 Kubikmeter Erde bewegt sowie über 150 000 Kubikmeter Beton und rund 28 000 Tonnen Stahl verbaut. Jetzt sind die unterirdischen Bauarbeiten für den Röntgenlaser European XFEL planmäßig abgeschlossen.<sup>#)</sup> Dieses Ereignis feierten Anfang Juni etwa 300 Gäste, die dabei auch den unterirdischen Teil der Anlage in Schenefeld, Schleswig-Holstein, besichtigten.

An Bau und Betrieb des European XFEL sind zwölf europäische Länder beteiligt. Er soll von 2016 an intensive Röntgenblitze erzeugen, mit denen Forscher etwa die atomare Struktur von Krankheitserregern, Biomolekülen, neuen Werkstoffen und weiteren Materialien erkunden sowie chemische Reaktionen filmen können. Die Gesamtanlage besteht aus einem knapp 5,8 Kilo-



European XFEL

Für den XFEL wurden in den letzten Jahren Tunnelröhren mit einer Gesamtlänge von fast 6 Kilometern gegraben.

meter langen Tunnelsystem sowie Gebäuden auf dem DESY-Campus in Hamburg-Bahrenfeld, an der Betriebsstätte Osdorfer Born und auf dem Hauptgelände in Schenefeld.

Der Bau der 4500 Quadratmeter großen und 14 Meter tiefen Experimentierhalle war eine besondere Herausforderung. Damit der

Grundwasserdruck die Betonsohle, die weit unter dem Grundwasserspiegel liegt, nicht wie ein Schiff nach oben treibt, ist sie mit etwa 560 Stahllankern von bis zu 22 Metern Länge im Boden fixiert. „Mit dem Ende der Tiefbauarbeiten haben wir den wahrscheinlich schwierigsten Bauabschnitt erfolgreich

#) [www.xfel.eu](http://www.xfel.eu)

hinter uns gebracht“, sagte Massimo Altarelli, Geschäftsführender Direktor des European XFEL. Nun stehen der Hochbau, der Aufbau des Röntgenlasers und die weitere Entwicklung der wissenschaftlichen Instrumente und Geräte an. Die letzten Gebäude sollen im Jahr 2015 fertig sein.

Für die bereits im vergangenen Jahr fertiggestellten Tunnel wurden zwei mehr als 500 Tonnen schwere und 71 und 83 Meter lange Tunnelbohrmaschinen eingesetzt. Vom DESY-Campus in Hamburg-Bahrenfeld führt der rund zwei Kilometer lange Beschleunigertunnel bis zum Osdorfer Born. Darin baut DESY einen supraleitenden Linearbeschleuniger für Elektronen auf. Die schnellen Teilchen verteilen sich anschließend auf fünf Photonentunnel, in denen die Röntgenblitze entstehen, bevor sie in der großen Experimentierhalle in Schenefeld an einem der bis zu 15 Messplätzen ankommen.

European XFEL/DESY/KP

## ■ Neue DFG-Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat zwölf neue Sonderforschungsbereiche (SFB) eingerichtet, die sie in einer ersten Förderperiode von drei Jahren und neun Monaten mit insgesamt 94 Millionen Euro inklusive einer 20-prozentigen Programmpauschale fördert. Darunter sind zwei SFBs mit Physikbezug.

Mit der Analyse von Teilschritten der Energiekonversion befasst sich der SFB „Kontrolle von Energiewandlung auf atomaren Skalen“, um das mikroskopische Verständnis der elementaren Schritte der Energiewandlung in Materialien mit einstellbaren Anregungen und Wechselwirkungen zu verbessern (Christian Jooß, U Göttingen).

Der SFB „Struktur und Dynamik innerer Grenzflächen“ hat sich zum Ziel gesetzt, ein mikroskopisches Verständnis der Struktur und der Dynamik vergrabener, innerer

Grenzflächen in Materialien zu erlangen (Ulrich Höfer, U Marburg).

Zudem hat die DFG auch elf neue Graduiertenkollegs (GK) eingerichtet, denen über viereinhalb Jahre 39 Millionen Euro zur Verfügung stehen. Zusätzlich wurden sechs GKs für weitere viereinhalb Jahre verlängert.

Das neue GK „In-situ-Mikroskopie mit Elektronen, Röntgenstrahlen und Rastersonden“ erforscht Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktionalität von Nanostrukturen (Erdmann Spiecker, U Erlangen-Nürnberg).

Das GK „Spektraltheorie und Dynamik von Quantensystemen“ widmet sich der besseren mathematischen Beschreibung der Quantenphänomene, die in Anwendungen auftreten (Marcel Griesemer, U Stuttgart, U Tübingen).

DFG

## ■ Brasilien investiert in Forschung

Neben der Synchrotronstrahlungsquelle Sirius will Brasilien auch einen Forschungsreaktor bauen.

WM 2014 und Olympia 2016 – mit diesen sportlichen Großereignissen möchte sich Brasilien der Welt von seiner besten Seite präsentieren. Doch das Land investiert nicht nur Milliarden in Fußballstadien und Sportstätten, sondern – in bescheidenerem Maß – auch in Forschung. So begannen im Mai die Rodungsarbeiten am Standort der 250 Millionen Euro teuren Synchrotronstrahlungsquelle Sirius, dem bisher größten wissenschaftlichen Projekt in der Geschichte Brasiliens. Sogar 300 Millionen Euro sind für einen Mehrzweckreaktor vorgesehen, der aber nicht ausschließlich der Neutronenforschung dienen wird, sondern u. a. auch die im Land benötigten Radioisotope für Nuklearmedizin und Industrie erzeugen soll.

Sirius wird am Nationalen Forschungszentrum für Energie und Materialien (CNPEM) in Cam-

pinas gebaut, rund 100 Kilometer nordwestlich von São Paulo, und soll mit den besten Quellen weltweit konkurrieren. An der Quelle der dritten Generation mit einer Elektronenenergie von 3 GeV und einem Speicherring mit 520 Meter Umfang sind zunächst 13 Messstationen (beamlines) geplant für Strahlung vom Infrarot bis zum harten Röntgenbereich (250 keV). Der sehr stark fokussierte Strahl (Emittanz: 0,28 nm·rad) wird Untersuchungen auf Nanometerskala erlauben, von denen insbesondere Wissenschaftler an den Nationalen Labs für Biowissenschaften (LNBio) und Nanotechnologie (LNNano) profitieren sollen. Diese sind ebenso unter dem Dach des CNPEM angesiedelt wie ein weiteres Labor (für Bioäthanol) sowie die inzwischen 15 Jahre alte Strahlungsquelle LNLS. Diese erste Synchrotronstrahlungsquelle der

Südhälfte haben die Brasilianer weitgehend selbst entwickelt. „Darauf sind sie sehr stolz, und die Maschinengruppe ist inzwischen sehr erfahren“, sagt Christoph Deneke, der nach Promotion und Postdoc in Stuttgart bzw. Dresden 2011 ans LNNano wechselte, wo er mit offenen Armen und einer permanenten Stelle begrüßt wurde. Er ist in ein Projekt mit dem Ziel involviert, ein Rastersondenmikroskop mit einer Infrarot-Beamline zu verbinden.

Die Brasilianer haben sich weltweit führende Quellen wie die ESRF in Grenoble, Soleil (F) oder Diamond (GB) angeschaut und dann Sirius selbst geplant. Eine Besonderheit des Designs ist die Verwendung von vielen Permanent- statt Elektromagneten, um die Stromrechnung und damit die Betriebskosten klein zu halten. Die eigentlichen Bauarbeiten für Sirius sollen im Herbst beginnen