

in sehr dünnen leitenden Schichten in ganzzahligen Schritten gemessen wird. Er konnte zeigen, dass auch diese ganzzahligen Werte topologischer Natur sind, so wie sich die Anzahl der Löcher bei Brötchen, Bagels und Brezeln nur ganzzahlig ändern kann. Etwa zur selben Zeit entdeckte Duncan Haldane, dass topologische Phasen relevant sind, um die Eigenschaften so genannter Spinketten zu verstehen.

Der diesjährige Nobelpreis an David Thouless, Duncan Haldane und Michael Kosterlitz würdigt insbesondere die große Tragweite ihrer Arbeiten. So gelang es, zahl-

reiche weitere topologische Phasen zu entdecken, etwa topologische Isolatoren: In ihrem Inneren verhalten sie sich wie ein Isolator. Aber sie besitzen eine metallische Oberfläche, auf der Ströme fließen, ohne Energie zu verbrauchen. Die Oberflächenströme erweisen sich dabei als äußerst stabil.

Zu den topologisch besonders interessanten Systemen gehören geometrisch „frustrierte“ Spinsysteme. Hier koppeln Spins über verschiedene Austauschwechselwirkungen, die sich jedoch nicht alle gleichzeitig minimieren lassen. Ein anderes Beispiel sind wirbelartige

Strukturen in der Magnetisierung von Festkörpern („Skyrmionen“).^{#)}

In vieler Hinsicht ist die Erforschung topologischer Phasen noch physikalische Grundlagenforschung. Aber für einige der genannten Beispiele zeichnen sich bereits Anwendungsmöglichkeiten in Spintronik, Supraleitung oder Quanteninformationsverarbeitung ab. Nach dem großen Nutzen für die Physik kann sich der „größte Nutzen für die Menschheit“ noch einstellen, für den die Preise Alfred Nobels gedacht waren.

Alexander Pawlak

^{#)} siehe auch Physik Journal August/September 2016, S. 47, Oktober 2015, S. 19, August/September 2015, S. 65 und April 2015, S. 39.

Startschuss für die Startphase

Die 3,4 Kilometer lange unterirdische Anlage des Röntgenlasers European XFEL kann in Betrieb gehen.

Der European XFEL soll ab 2017 im wahrsten Sinne des Wortes neues Licht in den Nanokosmos werfen: Die extrem kurzen und hellen Röntgenlichtblitze werden unter anderem Einblicke in Strukturen komplexer Moleküle und den Ablauf chemischer Reaktionen ermöglichen. Am 6. Oktober konnten die Verantwortlichen des Projekts einen wichtigen Meilenstein feiern: Nach sechs Jahren Bauzeit sind alle für die erste Betriebsphase erforderlichen Teile des komplexen Röntgenlasers montiert.¹⁾ „Der European XFEL ist voller Superlative“, betonte DESY-Direktor Helmut Dosch im Rahmen der Feier, die am Standort Schenefeld in Schleswig-Holstein stattfand.

96 supraleitende Beschleunigerstufen bringen die Elektronen auf eine Energie von bis zu 17,5 Milliarden Elektronenvolt. 800 Magnete halten sie auf ihrer Bahn, auf der es insgesamt 20 000 Vakuumverbindungen gibt, die von 200 000 Hightech-Schrauben zusammengehalten werden. Mit dem symbolischen Festzurren der letzten fünf Schrauben kann nun die Inbetriebnahme der Anlage beginnen. „Dies ist ein unglaublicher Erfolg“, freute sich der dänische Physiker Martin Meedom Nielsen, Vorsitzender des European XFEL Council.



Beatrix Vierkorn-Rudolph vom BMBF, Katharina Fegebank, Hamburgs Zweite Bürgermeisterin, Massimo Altarelli, Geschäftsführer der European XFEL GmbH, Piotr Dardziński, polnischer stellvertre-

tender Minister für Wissenschaft und Bildung, und Helmut Dosch (von rechts nach links), Vorsitzender des DESY-Direktoriums, drehten die letzten Schrauben fest.

An dem rund 1,2 Milliarden Euro teuren Röntgenlaser sind elf europäische Länder beteiligt. Als Sitzland trägt Deutschland über den Bund sowie die Länder Hamburg und Schleswig-Holstein 58 Prozent der Baukosten. Russland übernimmt 27 Prozent und die anderen internationalen Partner zwischen einem und drei Prozent. Hauptgesellschafter der European XFEL GmbH ist das Deutsche

Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg.

Die Komplexität des European XFEL machte nicht nur beim Aufbau innovative technische Lösungen notwendig, sondern erfordert auch eine aufwändige Inbetriebnahme. So werden Wissenschaftler des DESY zunächst den 1,7 Kilometer langen supraleitenden Elektronen-Beschleuniger schrittweise auf die Betriebstemperatur

¹⁾ Zu weiteren Meilensteinen siehe Physik Journal, Februar 2016, S. 10, Juli 2013, S. 11 und Aug./Sept. 2011, S. 6



Blick in den Photonentunnel am European XFEL

von -271 Grad Celsius abkühlen und in Betrieb nehmen. „Das kann einige Wochen dauern. Danach können wir den Elektronenstrahl durch den gesamten Beschleuniger bis in den ersten Strahlabsorber am Ende des Haupttunnels bringen“, erläutert Thomas Tschentscher, einer der drei wissenschaftlichen Direktoren des European XFEL.

Das Finetuning der Eigenschaften des Elektronenstrahls und seine exakte Ausrichtung wird voraussichtlich Anfang nächsten Jahres beginnen. Das ist nötig, um den Strahl in den Undulatorbereich einzuspeisen: Hier zwingen periodisch angeordnete, alternierende Magnetfelder die Elektronen auf einen Slalomkurs und bringen sie

so dazu, Röntgenblitze zu emittieren. Schließlich gilt es, die Röntgenstrahlen über Speziesspiegel und rund tausend Meter Strahlführung in die Halle mit den Experimenten zu bringen. „Das möchten wir bis zum Beginn des Sommers schaffen. Wir werden dann noch nicht alle möglichen Betriebs-Modi testen können, aber die wesentlichen Funktionen sicherstellen“, sagt Tschentscher. Die ersten Nutzerexperimente sind für Sommer 2017 vorgesehen. Dafür werden zwei der sechs bislang vorgesehenen Messplätze zur Verfügung stehen. Der „Early User“-Modus soll bis Ende 2018 laufen. Der European XFEL wird nach und nach seine volle Leistungsfähigkeit erreichen und bei Wellenlängen zwischen $0,05$ und $4,7$ Nanometern bis zu $27\,000$ Röntgenpulse pro Sekunde liefern, die nur wenige Femtosekunden dauern. „Das werden wir brauchen, damit auch zeitaufgelöste Experimente oder Streubilder einzelner Moleküle möglich werden“, betont Thomas Tschentscher.

Alexander Pawlak

■ Eine Strategie für Exzellenz

DFG und Wissenschaftsrat haben Exzellenzcluster und -universitäten ausgeschrieben.

Aus der Initiative wird eine Strategie, aber um Exzellenz geht es weiterhin: Nachdem die Exzellenzinitiative seit 2006 mit insgesamt $4,6$ Milliarden Euro Exzellenzcluster, Zukunftskonzepte und Graduiertenschulen gefördert hat, geht das Programm unter dem neuen Namen „Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder“ in die nächste Runde. Ende September haben DFG und Wissenschaftsrat Exzellenzcluster und -universitäten ausgeschrieben und das Nachfolgeprogramm der Exzellenzinitiative auf den Weg gebracht.¹⁾

Auch das neue Programm zielt darauf ab, Spitzenforschung an Universitäten in Deutschland zu fördern, allerdings nur noch in zwei Förderlinien. Das ist eine der Empfehlungen einer Internationalen Expertenkommission, welche die

Exzellenzinitiative anderthalb Jahre lang intensiv evaluiert hatte.²⁾

Die Ausschreibungen sind das Ergebnis der konstituierenden Sitzung eines neuen Expertengremiums für die Exzellenzstrategie Mitte September. Zu diesem Gremium gehören 39 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, darunter aus der Physik DPG-Präsident Rolf Heuer, Karin Jacobs von der Universität des Saarlandes, Detlef Lohse von der Universität Twente und Peter Schlosser von der Columbia University. Das Expertengremium hat die formalen Antragsvoraussetzungen, die Förderkriterien und den zeitlichen Ablauf des Wettbewerbs festgelegt.

In einem zweistufigen Verfahren wird zunächst über die Exzellenzcluster entschieden: Dazu können die Universitäten bis Anfang April

2017 Antragsskizzen einreichen. Die finale Entscheidung über die Förderung der Exzellenzcluster erfolgt im September 2018. Anschließend können Universitäten bzw. Universitätsverbände mit einer ausreichenden Anzahl an Exzellenzclustern ihre Anträge für die Förderlinie Exzellenzuniversitäten einreichen. Über diese wird nach einer Begutachtung im Juli 2019 entschieden.

„Nun ist der Rahmen für die Begutachtungen und Entscheidungen nach wissenschaftlichen Qualitätskriterien bestimmt“, erklärten DFG-Präsident Peter Strohschneider und der Vorsitzende des Wissenschaftsrats, Manfred Prenzel, anlässlich der Ausschreibungen.

Maike Pfalz

1) Mehr dazu in unserem Dossier: www.pro-physik.de/phy/physik/dossier.html?qid=1158815

2) Physik Journal, März 2016, S. 6