

Tunnelblick auf Elektronen

*Neues Licht mit alter Leuchte. Lisa Torlina neben
einem Exponat der Sonderausstellung
„Seezeichen“ im Deutschen
Technikmuseum Berlin.*

Lisa Torlina beschreibt an der Leibniz-Graduiertenschule „Dynamics in New Light“, wie Elektronen auf ultraschnelle Lichtimpulse reagieren und wie sie sich dabei in Milliardsteln von Milliardstel-Sekunden beobachten lassen.

Lisa Torlina ist 29 Jahre alt, Australierin, Tänzerin und theoretische Physikerin. So offen, der Welt zugewandt wie die junge Frau ist, denkt man nicht, dass sie sich seit zehn Jahren mit komplexen theoretischen Modellen der Mathematik und Physik beschäftigt. Wenn sie aber anfängt, von Elektronen und ihrem Weg durch Lichtbarrieren zu erzählen, wird schnell klar: Sie hat ihre Leidenschaft zum Beruf gemacht. „Ich wollte immer schon verstehen, wie die Welt funktioniert“, sagt die Physikerin selbst über ihre Forschung zur Quantenmechanik. Deshalb hat sie erforscht, wie Atome und Moleküle mit starken Lichtimpulsen interagieren und welche Dynamik innerhalb der Elektronen dadurch entsteht – eine der großen offenen Fragen in der Grundlagenforschung der Physik.

Auf Umwegen nach Berlin

Seit vier Jahren schreibt Torlina darüber ihre Doktorarbeit am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) in Berlin. Hier ist sie eine von 18 Promovierenden der Leibniz-Graduiertenschule „Dynamics in New Light“, die alle mit verschiedenen Lichttechniken arbeiten. Dass sie einmal promovieren und dann weiter forschen würde, war Lisa Torlina schon sehr früh klar. Doch der Weg von Australien nach Europa und schließlich zum MBI verlief nicht immer geradlinig.

Geboren in Russland, verbringt die junge Forscherin ihre Kindheit in Australien. In Sydney studiert sie nach dem Highschool-Abschluss Physik und Mathematik, kann sich jedoch nicht für

eine der beiden Fachrichtungen entscheiden. Während sie die stringente Logik der Mathematik fasziniert, ist sie ihr gleichzeitig zu realitätsfern. Sie vermisst den Bezug zur echten Welt, den ihr die Physik eröffnet. Um ein Thema für ihre Doktorarbeit zu finden, das mathematisch ist und dennoch hilft, die reale Welt besser zu verstehen, geht sie erst einmal für einen zweiten Master nach Cambridge, in den – wie wohl viele sagen – „härtesten Mathekurs der Welt“. In dieser Zeit entdeckt sie auch ihre Leidenschaft für Europa. „In Australien war ich abgeschnitten vom Rest der Welt. In Europa treffen sich so viele Kulturen auf so engem Raum, hier ist immer etwas los, das finde ich total spannend.“

Kommilitonen aus aller Welt

Bis zum MBI ist es dann aber noch ein langer Weg – zunächst beginnt Lisa Torlina in Edinburgh eine Arbeit über die Stringtheorie; diese hat ihr Interesse geweckt, weil sie absolut theoretisch ist und versucht, die großen Fragen der Physik zu klären. „Aber ich musste schnell feststellen, dass auch die Stringtheorie nicht die Antwort auf alles bereitstellt.“ Nach ein-einhalb Jahren orientiert sie sich also um – und wird auf die Arbeit des MBI aufmerksam, das Grundlagenforschung im Bereich der nichtlinearen Optik und Kurzeitdynamik betreibt. Um zu verstehen, wie genau Elektronen sich verhalten, werden sie hier mit neuartigen Lasertechnologien beobachtet – ein Thema, der Lisa Torlina schon in Cambridge fasziniert hat. Und auch Berlin gefällt der jungen Forscherin auf Anhieb. Mit Erfolg bewirbt sie sich für

die Leibniz Graduiertenschule „Dynamics in New Light“. Die Schule unter der Federführung des MBI betreut eine internationale Gruppe von Doktoranden aus der Chemie und der Physik, die an verschiedenen Instituten in Berlin und Brandenburg zu ultrakurzen und ultraintensiven Lichtimpulsen arbeiten. In regelmäßigen Abständen organisieren die beteiligten Einrichtungen Vorträge von Experten. So bekommt Lisa Torlina auch Einblicke in die Arbeit der Humboldt Universität oder der Universität Potsdam und kann sich mit anderen Studierenden ihres Fachbereichs austauschen. Ebenso nimmt sie an Schülungen teil, die wissenschaftliches Schreiben vermitteln. Und die Studenten lernen in Seminaren, Präsentationen zu halten und Interviews zu führen, denn einige möchten nach ihrem Abschluss in die freie Wirtschaft gehen. Lisa Torlina ist sich da noch nicht sicher, noch reizt sie die Forschung mehr.

Eine ungewöhnliche Frau

Dass sie sich so für die Grundlagenforschung der Mathematik und Physik interessiert, wundert Lisa Torlina selbst, schließlich merkte sie in der Schule schnell, dass die meisten ihrer Mitschülerinnen lieber Geschichte oder Literatur wählten. „Aber ich hatte wirklich gute Lehrer in den Naturwissenschaften. Und ich fand es toll, präziser arbeiten zu können als in den Geisteswissenschaften. Wenn du in der Mathematik den Regeln folgst, bekommst du immer nur das eine richtige Ergebnis, egal wie unwahrscheinlich das am Anfang war.“ In ihrem jetzigen Forschungsfeld machen ihre Untersuchungsgegenstände

eigentlich nie das, was man intuitiv erwarten würde. Wirft man zum Beispiel einen Ball gegen die Wand, kommt er zurück gesprungen. Treffen hingegen Elektronen auf ein Hindernis, durchbrechen sie dieses viel wahrscheinlicher als es der Ball tun würde.

Diesen Vorgang – in der Physik „Tunneling“ genannt – zu beobachten, ist nur dank neuer Techniken möglich, die es erlauben, Lichtimpulse zu kontrollieren und Elektronen so mit hoher Präzision zu beobachten. Denn Elektronen wandern so schnell, dass ihre Bewegung in Attosekunden gemessen wird. Eine Attosekunde ist gerade einmal ein Millardstel einer Millardstel Sekunde lang. Am MBI versuchen Lisa Torlinas Mitstudenten in Experimenten, diese Bewegung von Elektronen sichtbar zu machen. Mit speziellen Lasern senden sie ultrakurze Lichtimpulse auf das Elektron, das das Licht zurückwirft.

Um den Bewegungsablauf aufzunehmen, müssen ganz viele Bilder hintereinander folgen, also extrem kurze Lichtimpulse das Geschehen erfassen. „Es ist ähnlich wie bei einem Foto: Ist die Belichtungszeit zu hoch, werden also zu lange Lichtimpulse auf das Objekt geworfen, verschwimmt

das Bild und wird undeutlich“, erklärt Lisa Torlina das Vorgehen. Wie lange es jedoch dauert, bis ein Elektron das Hindernis überwunden hat, können diese Experimente zwar messen, aber nicht abschließend interpretieren.

Teil des großen Welträtsels

Hier setzt Torlinas Arbeit an: Sie entwickelt in ihrer Forschung ein rein theoretisches, mathematisches Konzept, das die Prozesse analysiert. Mit diesem Tool, dem „Attosecond Angular Streaking“, kann sie beweisen, dass beim Durchbrechen der Lichtschranke keine Zeit vergeht. Diese Erkenntnis ist nicht nur ein Puzzleteil in dem immer noch großen Rätsel, wie unsere Welt funktioniert, sie wird auch Grundlage für Biologen und Chemiker sein, die nun chemische Reaktionen besser beschreiben und vielleicht bald sogar kontrollieren können.

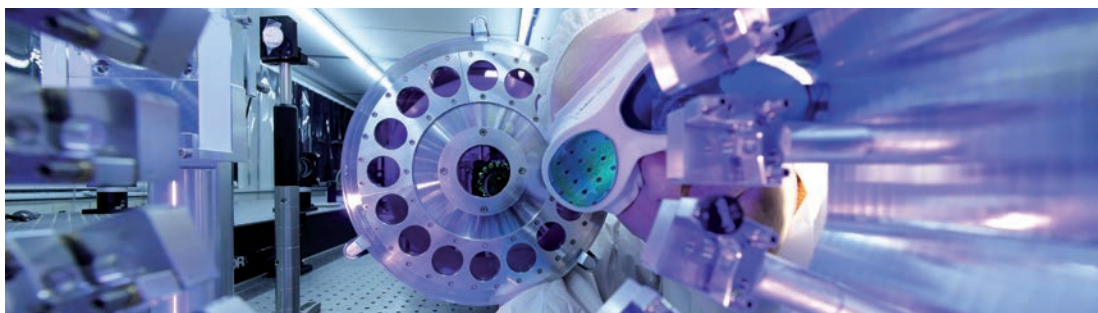
Der Weg zu dieser Erkenntnis war jedoch nicht immer leicht. Vor allem in der ersten Phase ihrer Doktorarbeit hat Lisa tagelang gerechnet, bis sich ein riesiger Stapel auf ihrem Schreibtisch aufgetürmt hatte. „Ich habe ganz

oft Ideen wieder verworfen, von vorn angefangen. Das war nicht leicht, aber so funktioniert eben die Forschung“, erinnert sie sich zurück an die Anfangszeit ihrer Promotion. Und: Auch wenn sie Ideen in ihrer Theorie umsetzen konnte, warf das wieder neue Fragen auf. Erst nach vielen Wochen und Monaten der Berechnungen, immer neuen Ideen und Konzepten konnte sie ihre Theorie an spezifischen Fällen testen.

Mittlerweile hat Lisa Torlina ihre Doktorarbeit eingereicht. Im Anschluss tritt sie eine Post-Doc-Stelle am MBI an, „denn hier gibt es noch viele offene Fragen, die meine Forschung klären könnte.“ Im Juni erschien ein Artikel von ihr und ihrer Betreuerin Olga Smirnova im renommierten Journal „Nature Physics“, auf den sie sichtlich stolz ist.

Wenn Lisa Abstand von Lichtpulsen und Elektronen braucht, geht sie gern zum Tempelhofer Feld – hier fühlt sie sich angekommen in Deutschland. In Berlin möchte sie auch gern noch eine Weile bleiben, vor allem um zu verstehen, was die Welt zusammenhält. Den Weg dahin hat Lisa Torlina nun gefunden. ■

ALESSA WENDLAND



Leibniz-Graduiertenschule „Dynamics in new Light“

Physikalische Prozesse, die innerhalb weniger Femto- (Billiardstel-)Sekunden erfolgen, bestimmen Materialeigenschaften, Phasenübergänge und chemische Modifikationen. Dank ultraschneller Laserpulse der Röntgen- und Vakuum-Ultraviolettstrahlung lässt sich heute das Verhalten von Elektronen in Festkörpern oder chemischen Bindungen bis zur atomaren Auflösung beobachten.

Hier setzt die Leibniz-Graduiertenschule „Dynamics in new Light“ an, die über das Leibniz-Wettbewerbsverfahren am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie in Berlin etabliert wurde, um die Nachwuchsausbildung in der ultraschnellen Röntgenstrahlung zu verbessern. Mit dem MBI kooperieren die Universitäten in Berlin und Potsdam, das Helmholtz-Zentrum Berlin und das Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft. Die Graduiertenschule will die wissenschaftlichen Karrieren junger Forscherinnen und Forscher beschleunigen und die aufstrebende Forschung auf dem Gebiet der zeitaufgelösten Röntgenforschung in der Region Berlin stärken.

www.mbi-berlin.de/DinL