

Drähte statt Spaghetti

Der Chemiker Stefan Hecht entwickelt Nano-Elektronikstrukturen, die sich mit Licht steuern lassen

VON JEAN PIERRE BASSENCE

Ein kleiner Junge, der im Schneidersitz auf dem Boden sitzt, seinen Modellbaukasten um sich herum ausgebreitet hat, und aus den verschiedenartigen Teilen immer neue Dinge erschafft: Dieses Bild benutzt Stefan Hecht gern, wenn er über sich und seine Arbeit spricht.

Ein bisschen tief gestapelt ist das schon. Stefan Hecht ist kein kleiner Junge, sondern fast zwei Meter groß und Chemie-Professor an der Berliner Humboldt-Universität. Und während kleine Jungs gern große Dinge bauen, Modellflugzeuge und Raumschiffe zum Beispiel, findet der Chemiker gerade das ganz Kleine besonders reizvoll. In seinem Labor in Adlershof konstruiert Hecht die winzigsten elektronischen Bauelemente, die überhaupt vorstellbar sind.

„Die Drähte und Schalter, die meine Kollegen und ich entwickeln, bestehen aus einzelnen Molekülen“, erklärt Hecht. Dank ihrer extrem geringen Abmessungen wäre es beispielsweise denkbar, eines Tages einen Computerchip zu bauen, der nicht größer ist als der Kopf einer Stecknadel.

Dass Stefan Hecht von seinem Modellbaukasten aus Kindertagen zu Atomen und Molekülen gewechselt hat, ist zwar schon einige Jahre her. So viel Zeit wie bei den meisten anderen Chemie-Professoren liegt dann aber doch nicht dazwischen: Stefan Hecht ist gerade einmal 36 Jahre alt und arbeitet bereits seit vier Jahren in einer Vollprofessur. Als er 2006 den Ruf an die Humboldt-Universität erhielt, an der er auch schon sein Diplom abgelegt hatte, war er Deutschlands jüngster Chemie-Professor.

In den Jahren davor, vor allem während seiner Promotion im kalifornischen Berkeley, begann Hecht, sich intensiver mit chemischen Verbindungen zu beschäftigen, die unter Einfluss von Licht ihre Eigenschaften verändern.

Schneller Aufstieg

Heute sind solche Moleküle eines der Kerngebiete seiner Arbeit. Ein Sofja-Kovalevskaja-Preis der Alexander-von-Humboldt-Stiftung ermöglichte es Hecht, 2001 aus Kalifornien nach Deutschland zurückzukehren und in Berlin an der Freien Universität eine Nachwuchs-Arbeitsgruppe aufzubauen. Nach einem zwei Jahre dauernden Intermezzo am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr erhielt er 2006 den Ruf als Professor an seine Heimatuniversität.

In seiner Arbeitsgruppe an der Humboldt-Universität haben Hecht und seine Kollegen seitdem beispielsweise stäbchenförmige Moleküle entwickelt, die unter Einwirkung von ultraviolettem Licht an unzähligen Scharnieren wie ein Zollstock zusammenklappen. Die einzelnen Komponenten dieser Stäbchen sind sogenannte Azobenzole: Das sind Ringe aus jeweils sechs Kohlenstoffatomen, die mit-



BERLINER ZEITUNG/MARKUS WÄCHTER

In Stefan Hechts Chemiekolben verknüpfen sich Molekülbausteine selbst.

In bester Gesellschaft

Stefan Hecht bekommt heute an der Freien Universität Berlin den Klug-Wilhelmy-Weberbank-Preis, die höchstdotierte Auszeichnung für jüngere Wissenschaftler in Deutschland.

Mit dem Preisgeld in Höhe von 100 000 Euro will Hecht zunächst eine große Feier für seine Arbeitsgruppe und ehemaligen Kollegen ausrichten, denen er seinen Erfolg zu verdanken hat. Von

einem Teil des Geldes will er später das Studium seiner Kinder finanzieren.

Seit 1979 wird der Klug-Wilhelmy-Weberbank-Preis im jährlichen Wechsel an herausragende Nachwuchs-Physiker und -Chemiker vergeben. Mit Theodor Hänsch, Gerd Binnig, Hartmut Michel, Johannes Bednorz und Horst Störmer erhielten fünf der bisherigen Preisträger später einen Nobelpreis.

einander über Stickstoff-Brücken verbunden sind.

„Wird das Stäbchen-Molekül im zusammengeklappten Zustand mit einer herkömmlichen Lampe angestrahlt, kehrt es automatisch zu seiner gestreckten Ausgangsform zurück“, erklärt Hecht. Das Fernziel, das der Forscher mit diesen Molekülen verfolgt, sind Millionstel Millimeter (Nanometer) große molekulare Federn, die sich zu künstlichen Muskeln zusammensetzen lassen und durch Licht mit Energie versorgt werden.

Auch für die Nano-Prozessoren, die Hecht entwickeln möchte, spielen Azobenzole eine wichtige Rolle. Auf der Oberfläche einer Goldfolie schließen sich die Kohlenstoffringe

zufällig zu komplizierten Ornamenten zusammen. „Das entstehende Muster hängt davon ab, wie genau das Azobenzol aussieht“, sagt Hecht.

Als seine Kollegen und er mit verschiedenen Molekülen herumexperimentierten, kam auf einmal Ordnung in das Chaos und die Benzole richteten sich zu einem regelmäßigen Muster aus. „Wenn man die richtigen Moleküle wählt, lässt sich zum Beispiel steuern, dass sich jedes dritte Molekül in jeder zweiten Reihe aus dem Gitter entfernen lässt und dort ein Anknüpfungspunkt für spätere Schaltelemente entsteht“, erklärt Hecht. Damit war die Basis für einen elektronischen Schaltplan in Nanogröße geschaffen. Solch

feinmaschige Strukturen sind mit bisherigen Verfahren, beispielsweise der Fotolithografie, undenkbar. „Die Auflösung wird dort durch die Wellenlänge des eingesetzten Lichts beschränkt“, sagt Hecht.

Für die Konstruktion der Drähte, aus denen die Nano-Schaltkreise eines Tages bestehen könnten, haben Hecht und seine Kollegen auch schon Ideen. Im vergangenen Jahr ist es ihnen in Zusammenarbeit mit dem Physiker Leonhard Grill von der Freien Universität Berlin gelungen, einen Nano-Draht aus einem Ketten-Molekül, einem Polymer, zu konstruieren und Strom durch das Molekül-Kabel zu schicken.

Die Elektronen wandern

Das funktionierte über eine Distanz von bis zu zwanzig Nanometern – bis zu diesem Zeitpunkt war der Strom in vergleichbaren Experimenten maximal einen Nanometer weit gekommen. „Das Problem ist, eine Kette von Molekülen zu finden, durch die die Elektronen tatsächlich von einem Kettenglied zum nächsten wandern“, sagt Hecht. „Was wir brauchen, ist ein Draht, und keine Spaghetti.“

Der Weg dahin ist nicht einfach: „Unsere Arbeit ist ein ständiger Wechsel von Versuch und Irrtum, von Fehlfunktion und Fehlerbehebung“, sagt Hecht. „Dafür brauchst man eine hohe Frustrationstoleranz.“

Bei den Nano-Drähten half Hecht und seinen Kollegen erneut der Zufall. Eigentlich wollten sie die Bausteine für ihre Molekülkette, Fluorene genannt, mit Hilfe einer ultrafeinen Nadel einzeln auf einer Goldoberfläche Stück für Stück zusammensetzen. Als sie jedoch die Probe erhitzen, stellten sie fest, dass sich die Fluorene auf der Goldfolie bereits von selbst zu einer Kette verknüpft hatten. Ganz vorsichtig ließ sie sich im Ganzen von der Oberfläche lösen: Der erste funktionierende Nano-Draht war entstanden.

Wenn er über diese Erfolge berichtet, klingt Stefan Hecht schon ein wenig stolz. Doch bei all der Begeisterung, die seiner Arbeit in den vergangenen Jahren entgegengebracht wurde, bleibt der Naturwissenschaftler immer auch Realist: Von der praktischen Nutzbarkeit sei seine Forschung heute noch weit entfernt. „Die Nanowissenschaften haben derzeit ein allgemeines Problem“, sagt Hecht. „Unter Laborbedingungen lassen sich zwar viele spannende Dinge zeigen. Aber es scheitert an den Möglichkeiten, die Nanostrukturen in bestehende Geräte zu integrieren, beispielsweise in herkömmliche Schaltkreise.“

Trotzdem: Grundlagenforschung wie seine sei unbedingt nötig. Was sein Team über die Leitfähigkeit von Molekülketten herausgefunden habe, sei so fundamental, dass davon in Zukunft verschiedenste Anwendungen profitieren könnten.

Damit das klappt, brauchen seine Kollegen und er weiterhin vor allem drei Dinge: ein bisschen Glück, unerschöpfliche Neugier – und einen gesunden Spieltrieb.