

Winzige Drähte für die Nanoelektronik

Autor(en): **Vonarburg, Barbara**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2001)**

Heft 48

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-967526>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Winzige Drähte

für die Nanoelektronik

Kohlenstoffröhrchen und Biomoleküle sollen dereinst die Siliziumtechnologie ersetzen. An der Universität Basel untersuchen Wissenschaftler neue Materialien für die Computer der Zukunft.

VON BARBARA VONARBURG
FOTOS UNI BASEL UND KEYSTONE

Kohlenstoffröhrchen mit einem Durchmesser von wenigen Milliardstelmetern begeistern Wissenschaftler weltweit. Die Forschung auf dem Gebiet dieser so genannten Nanotubes ist in den letzten fünf Jahren richtiggehend explodiert. «Die in der Schweiz durchgeführte Forschung spielte dabei eine massgebende Rolle», betont Christian Schönenberger, Professor an der Universität Basel. Er und sein Team haben die elektrischen Eigenschaften der Nanoröhrchen untersucht und sind dabei auf erstaunliche Resultate gestossen. «Nanoröhrchen sind phänomenal gute Leiter und damit ein hervorragendes Material, um in elektrischen Schaltkreisen eingesetzt zu werden», sagt der Physiker.

Die einfachsten Kohlenstoff-Nanotubes sind nahtlose Röhrchen, gleichsam aufgerollte Graphitschichten mit einem Durchmesser von ein bis zwei Milliardstelmetern (Nanometer). Es gibt aber auch mehrschichtige Nanoröhrchen mit einem Durchmesser von bis zu 50 Nanometern. «Sie sind ineinander verschachtelt wie russische Puppen», erklärt Schönenberger. Je nachdem, wie die Schichten aufgewickelt wurden, sind die Röhrchen hervorragende Leiter oder aber Isolatoren. Durch die Kombination verschiedener Nanotubes wird sich so eine grosse Vielfalt elektronischer Komponenten verwirklichen lassen, zum Beispiel winzige Drähte oder Transistoren. Dank Nanotubes sollen Com-

puterchips dereinst noch kleiner werden: Auf die Mikro- folgt die Nanoelektronik.

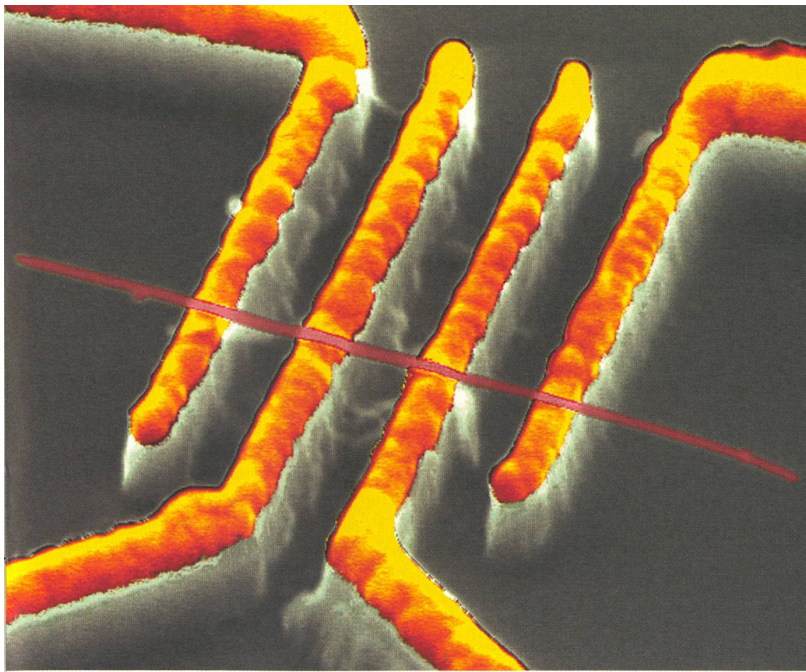
Kohlenstoff-Nanoröhrchen haben aber noch weitere aussergewöhnliche Eigenschaften. «Sie sind sehr robust, steif und überhaupt nicht brüchig», erläutert der Professor. Was dies bedeute, könne man sich anhand eines Beispiels vorstellen: Angenommen, ein BMW, der aus Kohlenstoff-Nanotubes gefertigt wurde, donnert in eine Wand. Beim Aufprall des Autos würden sich die Nanoröhrchen verbiegen oder gar knicken, und der BMW sähe nach dem Crash eher einem VW-Käfer ähnlich. Die Verformung würde sich über eine relativ grosse Distanz erstrecken, was einer effizienten Knautschzone entspricht. Doch damit nicht genug: Nach dem Aufprall würden sich sämtliche Verbiegungen und Knicke zurückbilden, und der BMW sähe aus, als ob nichts passiert wäre.

Vielfältige Anwendungen

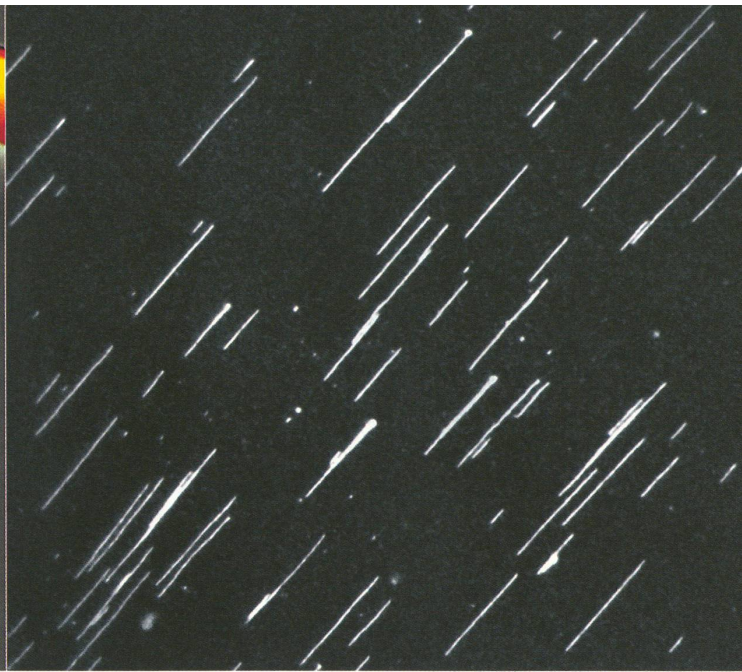
Auf Wunderautos aus Kohlenstoffröhrchen werden wir noch lange warten müssen. Andere, weniger futuristische Anwendungen des neuen Materials sind nach Ansicht der Forscher kugelsichere Westen oder erdbebensichere Gebäude. Bereits auf dem Markt sind hoch auflösende Nanotube-Abtastspitzen in Rastermikroskopen. Die Kohlenstoffröhrchen könnten aber auch in der Displaytechnik eingesetzt werden. Die Firma Samsung entwickelte bereits den Prototyp

Blechsäden: Bei einem Auto aus Nanotubes würden sich die Knicke und Verbiegungen von selbst zurückbilden.





Kohlenstoffröhrchen (rosa) auf vier Goldelektroden. Der Abstand zwischen den Elektroden beträgt 300 Nanometer.



Ausgestreckte DNS-Fäden auf einer Siliziumunterlage. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 20 Mikrometer.

für einen neuartigen Flachbildschirm auf der Basis von Nanotubes.

An der Universität Basel haben die Forscher untersucht, was passiert, wenn man die winzigen Röhrchen in eine Flüssigkeit taucht. Weil die Gebilde hohl sind, reagieren sie sehr empfindlich auf Veränderungen in einer Lösung. So liessen sich beispielsweise Schwankungen des pH-Werts messen. «Man könnte damit den kleinsten pH-Sensor bauen, den die Welt je gesehen hat», glaubt Christian Schönenberger. Aber auch Prozesse, die zu Oxidationen führen, können damit erfasst werden, denn die Röhrchen reagieren empfindlich auf Sauerstoff.

Elektrische DNA

«Kohlenstoff-Nanotubes sind eindimensionale Drähte mit einer Vielzahl ungewöhnlicher und unerwarteter Eigenschaften», fasst der Wissenschaftler zusammen: «Es gibt aber ein weiteres, drahtähnliches Molekül, nämlich die DNA-Doppelhelix.» Die Basler Forscher haben Stücke der Erbsubstanz untersucht und herausgefunden, dass DNA-Moleküle den elektrischen Strom leiten. «Dieses Resultat hat Wissenschaftler weltweit in Aufregung versetzt», erzählt Schönenberger. Andere Labors wollten die Basler Messungen wiederholen, doch die Resultate sind widersprüchlich. Während einige Forschungsteams die Leitfähigkeit der DNA bestätigten, fanden andere keinen Effekt. Möglicherweise bestimmen

komplizierte Randbedingungen, ob die DNA den Strom leitet oder nicht.

Neue Messungen sollen mehr Klarheit über die elektrischen Eigenschaften des Erbsubstanzmoleküls schaffen. Das Projekt, das die Forscher in Basel begonnen haben, wird jetzt als Europaprojekt mit internationaler Beteiligung weitergeführt. Vielleicht lassen sich aus den Resultaten sogar neue Erkenntnisse in der Biologie gewinnen. Forscher vermuten nämlich, dass die erstaunlichen Reparaturmechanismen der DNA auf der elektrischen Leitfähigkeit basieren könnten.

Für den Bau winziger Schaltkreise sind die Biomoleküle möglicherweise noch besser geeignet als die Kohlenstoff-Nanoröhren, denn biomolekulare Systeme lassen sich von Grund auf synthetisieren. «Die mächtige Maschinerie der Biochemie könnte zum Aufbau elektronischer Schaltungen genutzt werden», glaubt Christian Schönenberger. Bereits interessieren sich Unternehmen wie Motorola, IBM oder Hewlett-Packard für die Entwicklung molekularer Strukturen als Schalter und Speichermedien. Neben den Nanotubes wird der Trend zur Molekularelektronik auch biologische Makromoleküle wie die DNA umfassen, davon sind die Forscher überzeugt.

Ziel ist letztendlich der Bau eines so genannten Quantencomputers, der mit Hilfe der physikalischen Gesetze der Quantenmechanik viel schneller rechnet als ein klassischer Computer. Ein Quantencomputer

könnte die heute im Internet angewendeten Verschlüsselungen in wenigen Minuten auflösen oder in Datenbanken gleichzeitig an mehreren Stellen nach bestimmten Begriffen suchen.

Quantencomputing rückt näher

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Quantenrechnen gelang den Basler Forschern vor zwei Jahren. Sie führten ein Elektronenexperiment durch, das viele ihrer Kollegen zuvor vergebens versucht hatten – ein historischer Erfolg. Das gleiche Experiment hatten Forscher vor 45 Jahren mit Photonen anstelle von Elektronen durchgeführt und damit das Gebiet der Quantenoptik begründet. Das Resultat des Basler Elektronenexperiments entsprach zwar den Erwartungen, trotzdem stiess die Arbeit auf grosses internationales Echo. «Wir haben das Experiment aus reiner Neugier gemacht», erinnert sich der Wissenschaftler, «doch die Resultate sind wichtig für die Realisierung des Quantencomputing.»

Bis heute gibt es den Quantencomputer nur auf dem Papier. «Jetzt sind wir mit der Herausforderung konfrontiert, eine Demonstrationsmaschine zu verwirklichen, die wenn möglich nach den Prinzipien der Integration massenweise fabriziert werden kann», bilanziert der Forscher: «Jedenfalls wurden für die Wissenschaft der Mikro- und Nanoelektronik neue Welten erschlossen.» ■