

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (2001)
Heft: 48

Artikel: Winzige Drähte für die Nanoelektronik
Autor: Vonarburg, Barbara
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-967526>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

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-

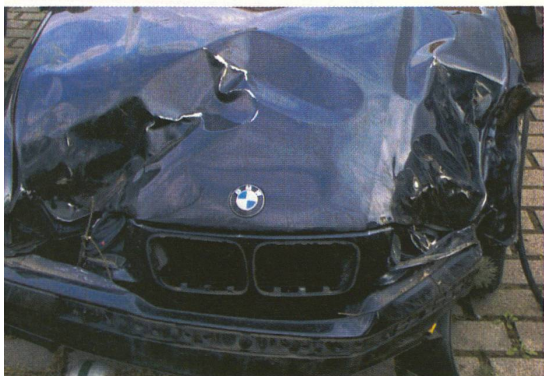
puterchips dereinst noch kleiner werden: Auf die Mikro- folgt die Nanoelektronik.

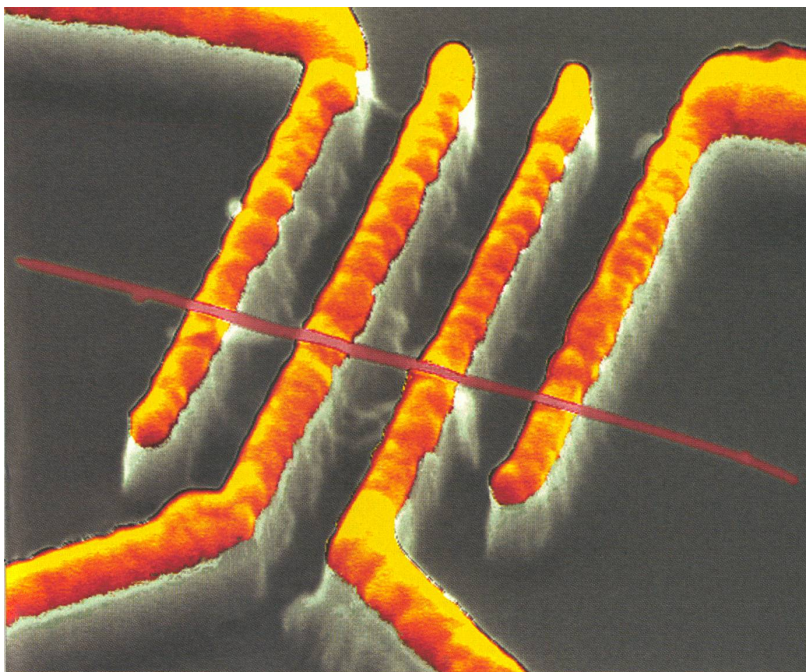
Kohlenstoff-Nanoröhrchen haben aber noch weitere aussergewöhnliche Eigenschaften. «Sie sind sehr robust, steif und überhaupt nicht brüchig», erläutert der Professor. Was dies bedeute, könne man sich anhand eines Beispiels vorstellen: Angenommen, ein BMW, der aus Kohlenstoff-Nanotubes gefertigt wurde, 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

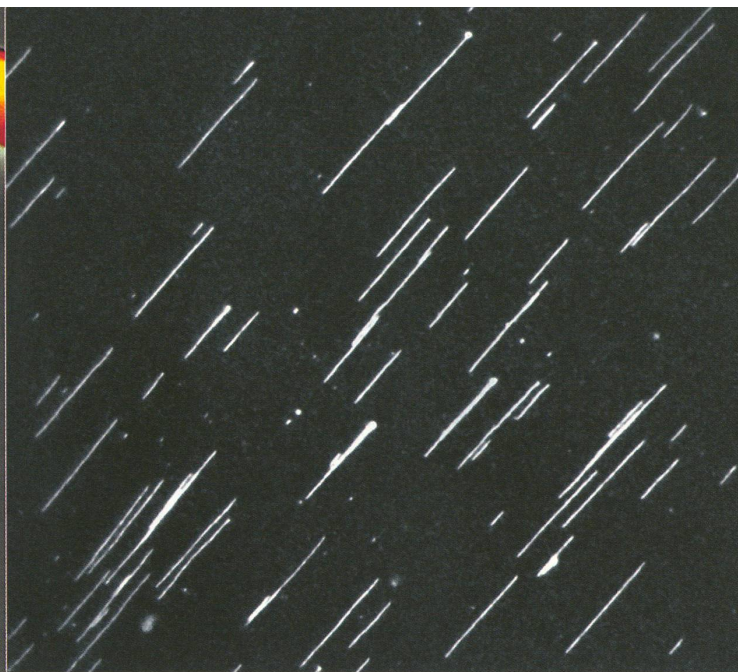
Auf Wunderautos aus Kohlenstoffröhrchen werden wir noch lange warten müssen. Andere, weniger futuristische Anwendungen des neuen Materials sind nach Ansicht der Forscher kugelsichere Westen oder erdbebensichere Gebäude. Bereits auf dem Markt sind hoch auflösende Nanotube-Abtastspitzen in Rastermikroskopen.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

Bleischäden: 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-Nanoröhrchen, 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.» ■