

'Zukunft müssen wir machen, nicht vorhersagen'

Professor Wolfgang Heckl arbeitet seit 1993 an der LMU-München und ist Mitglied im neu gegründeten 'Center for Nanoscience'. Für seine Forschungsarbeiten zur Nanotechnologie wurde Heckl 1993 mit dem Philip-Morris-Forschungspreis ausgezeichnet.

c't: Sie haben mit Ihrer Arbeitsgruppe einen Nanomanipulator entwickelt, mit dem man Speicher auf einer atomaren Ebene realisieren kann. Bekommen wir in zehn Jahren molekularen Speicher, der – wie eine Wachstafel – durch Eingravieren beschrieben wird?

Heckl: Ich bin überzeugt, dass so etwas realisiert wird. Über die Frage wann, möchte ich keine Aussage machen. Ich mache Grundlagenforschung, mich interessiert der Effekt. Zukunft müssen wir machen und nicht vorhersagen. Als Heinrich Hertz die elektromagnetischen Wellen entdeckte, hat er gesagt, es werde dafür wahrscheinlich nie eine Anwendung geben. Also, es ist immer ganz schwierig, solche Vorhersagen zu treffen. Reden wir also lieber darüber, was ich mir wünschen würde.

c't: Was würden Sie sich denn wünschen?

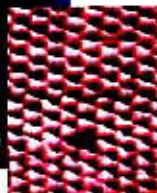
Heckl: Ich würde mir wünschen, dass man diese Speicherdichte, die möglich ist, tatsächlich erreicht. Wenn man diese Speicherdichte immer weiter runterrechnet, wird man irgendwann auch mit Molekülen hantieren müssen. Und das Königsprinzip, um das zu tun, ist die Selbstorganisation von Molekülen auszunutzen.

c't: Das heißt konkret?

Heckl: Die zweidimensionale Organisation von Molekülen auf Oberflächen ist geordnet. Und nur deshalb bleibt das stabil bei Zimmertemperatur, wenn ich ein oder zwei Moleküle aus dieser Oberfläche herauskratze. Jetzt können Sie sagen, das ist ein Write-Once-Mechanismus, aber ich kann die Oberfläche um ein paar Grad erwärmen. Dann heißt dieser zweidimensionale Kristall aus, das haben wir gefilmt.

c't: Wie in der guten, alten Zeit, als es Wachstafeln gegeben hat?

Heckl: Richtig, das ist auch von Edisons Tonaufzeichnungsverfahren nicht weit entfernt. Wir benutzen wie bei einem Schellack-Plattenspieler die mechanische Gravr. Die Mechanik wird übrigens in der Nanowelt eine Renaissance erleben.



Laut Guinness-Buch das 'kleinste Loch der Welt': Ein Schwefelatom wurde mit Hilfe eines Rastertunnelmikroskops aus einer Kristallaborfläche entfernt.

c't: Die Schreibgeschwindigkeit ist aber nicht sehr hoch?

Heckl: Das ist der übliche Einwand. Die Dinge skalieren miteinander. Ich werde nicht morgen den Terabit-Speicher realisieren, aber wir haben das Prinzip gezeigt. Wir haben das ZDF-Logo geschrieben usw. Wir schreiben alles, was Sie wollen. Das ist ein reproduzierbares, simples Verfahren, das bei Raumtemperatur funktioniert. Das ist kein Verfahren, das nur bei 30 Kelvin funktioniert. Als der Transistor erfunden wurde, hat auch niemand gefragt, wann bauen wir damit einen Mikrochip. Im Übrigen hängt die Realisierung natürlich nicht nur von der Forschung ab, sondern auch von den Firmen, die das vielleicht jetzt noch gar nicht bauen wollen, weil sie mit ihren Chips noch gut genug verdienen. Natürlich gibt es dann auch noch psychologische Barrieren bei den Halbleiterfirmen: Die müssen sich überwinden, etwas mit dem organischen Zeug anzufangen. Sie müssen bedenken, wir haben da nicht

mehr nur mit der Partikelreinheit zu tun, sondern mit der biologischen Reinheit. Bei der Herstellung molekularer Speicher dürfen Sie keine Bakterien reinlassen, die Ihnen die organischen Chips auffressen. Auf der anderen Seite ergibt sich natürlich eine sehr unweitschonende Form der Entsorgung.

c't: Die ersten Versuche auf molekularer Ebene zu schreiben haben sich aber doch tatsächlich bei sehr tiefen Temperaturen abgespielt. Was machen Sie anders?

Heckl: Die Antwort ist sehr simpel: Man muss einfach das richtige Molekül wählen. Das hängt mit den intermolekularen Wechselwirkungen zusammen. Ich brauche ein Molekül, das bei Raumtemperatur nicht so mobil ist. Unser PDCDA-Molekül ist sehr groß – das hat etwa zwei Nanometer Durchmesser –, das bleibt auf Grund der Adsorptionskräfte sehr schön auf der Oberfläche liegen und ordnet sich backsteinartig an. (wst)

Roboter als Fassadenkletterer

Schwindelfrei selbst in atemberaubender Höhe, zuverlässig, und wetterfest: Mit dem Fassadenreinigungsroboter SIRIUSc haben das Fraunhofer-Institut für

Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF und die Firma Dornier Technologie ein weltweit einzigartiges System entwickelt, das senkrechte Fassaden automatisch reinigt. Der Roboter SIRIUSc kann an den unterschiedlichsten Fassaden eingesetzt werden, denn er benötigt keine Führungsschienen oder andere Vorrichtungen zur Bewegung an der Fassade. Der Roboter bewegt

sich mit Vakuumsaugern an der Fassade entlang. Die vom IFF neuentwickelte Bewegungskinetik ermöglicht die Überwindung typischer Hindernisse wie Abdeckleisten, Lüftungsgitter oder Sonnenschutzlamellen, kann bei größeren Windstärken arbeiten und erfüllt alle Sicherheitsanforderungen. Die Hindernisse werden mit Sensoren automatisch erkannt und die Roboteraktionen selbstständig generiert. Durch eine Befehl-anlage wird der Roboter von oben mit Drahtseilen gehalten.

Das von Dornier entwickelte automatische Reinigungssystem Skywipe+ reinigt die Fassade mit Wasser und Bürsten, wobei

das Reinigungswasser abgesaugt, gefiltert und dem Wasserkreislauf wieder zugeführt wird. Dadurch sind die gereinigten Scheiben sofort trocken, es tropft kein Wasser an der Fassade herunter. Der Roboter SIRIUSc reinigt so bis zu 120 Quadratmeter Fassadenfläche pro Stunde. Auf der Internationalen Ausstellung 'Cleaning in the new Millennium' Fair Singapore, die das IFF auf eine Anfrage des Ministry of Manpower aus Singapore im Dezember 99 besuchte, war der deutsche Reinigungsroboter Hauptanziehungspunkt und erregte großes Interesse bei Gebäudebetreibern, Dienstleistern und Medien. (wst)



Vollautomatischer Fensterputzer SIRIUSc an einer Glasfassade.