

Rasante Talfahrt

Robust und schnell: Laserblitze bringen Elektronen auf Trab

Von Martin Schäfer

Das olympische Motto des Höher, Schneller, Weiter nach immer neuen Rekorden hat zumindest in der Computertechnik neue Bestätigung erhalten. Forscher der Universitäten Marburg und Regensburg haben ein Rechenverfahren erdacht, das Computer bald um eine Million Mal schneller rechnen lassen könnte als derzeit.

Aktuell liegen typische Taktzeiten eines handelsüblichen Computerprozessors im Bereich von Gigahertz. Das sind eine Milliarde Rechenschritte pro Sekunde. Die Designer stoßen hier allerdings an eine Grenze: Für schnellere Prozessoren, lassen sich die Schaltkreise und Schaltelemente – die Transistoren – kaum weiter miniaturisieren. Ein Ausweg könnte sein, den Elektronen einen kleinen „Klapp“ zu geben, damit diese sich rascher in den Halbleiterbauteilen bewegen.

Genau das ist den Forschern gelungen. Mittels ganz kurzer Lichtblitze können sie Elektronen in bestimmten Materialsystemen zwischen Zuständen, die in der Computertechnik als „0“ und „1“ bezeichnet werden, hin- und herschalten. Und das schon mit einem einzigen Wellenzug des Laserpulses. Da der Puls im Bereich von Femtosekunden, also dem Millionstel Milliardstel Teil einer Sekunde, aufblitzt, so liegt die Schaltzeit des Elements bei einer Million Gigahertz.

Die Forscher um Robert Huber von der Universität Regensburg und Stephan Koch von der Universität Marburg betrachten dazu ein ganz spezielles Materialsystem. Der Halbleiter besteht wie das Wundermaterial Graphen aus einer hauchdünnen, flächigen, nur eine Atomlage dicken Schicht – allerdings nicht aus Kohlenstoff wie beim Graphen, sondern aus einer Kombination zweier Bausteine: Wolfram und Selen (WSe₂). Das hat zur Folge, dass die Energielandschaft des Materials aussieht wie ein Eierkarton. Und genauso wie in einer realen Landschaft Flüsse und Seen in den Tälern zwischen Gebirgen dem tiefsten Punkt zustreben, so ordnen sich auch die Elektronen an den tiefsten Stellen, den Tälern, dieses Eierkartons an.

Mit Laserpulsen können Robert Huber und seine Regensburger Experimentiergruppe die Elektronen manipulieren und von Tal zu Tal schieben. Ein von Elektronen geleertes Tal entspricht dann computertechnisch dem Zustand „0“, und ein Tal mit hoher Elektronenpopulation

(Zig-Milliarden Stück) der „1“. Die Fachleute sprechen hier auch von einer speziellen Form der Elektronik, der sogenannten „Valley-tronic“ (mit „Valley“ für Tal).

Innerhalb einer Femtosekunde „können wir hin- und herschalten zwischen den Tälern“, erläutert der theoretische Physiker Stephan Koch, der mit seinem Team die Computerberechnungen dazu gemacht hat. „Wir haben nun erstmals gezeigt, dass das funktioniert und dass wir eine Million Mal schneller sein können.“

Das ist allerdings reinste Grundlagenforschung. Eine Anwendung ist noch Jahre entfernt, wie etwa das kuriose Beispiel der Herstellung der Wolfram-Selenid-Schichten zeigt. „Die Experimentalphysiker ziehen die Schicht mit dem Tesafilm vom Material ab“, erklärt Koch. Also: Handarbeit. Die Forscher erhalten dann sogenannte Flakes – ähnlich „Corn Flakes“, nur eben hauchdünn und hauchzart aus dem Halbleitermaterial. Und

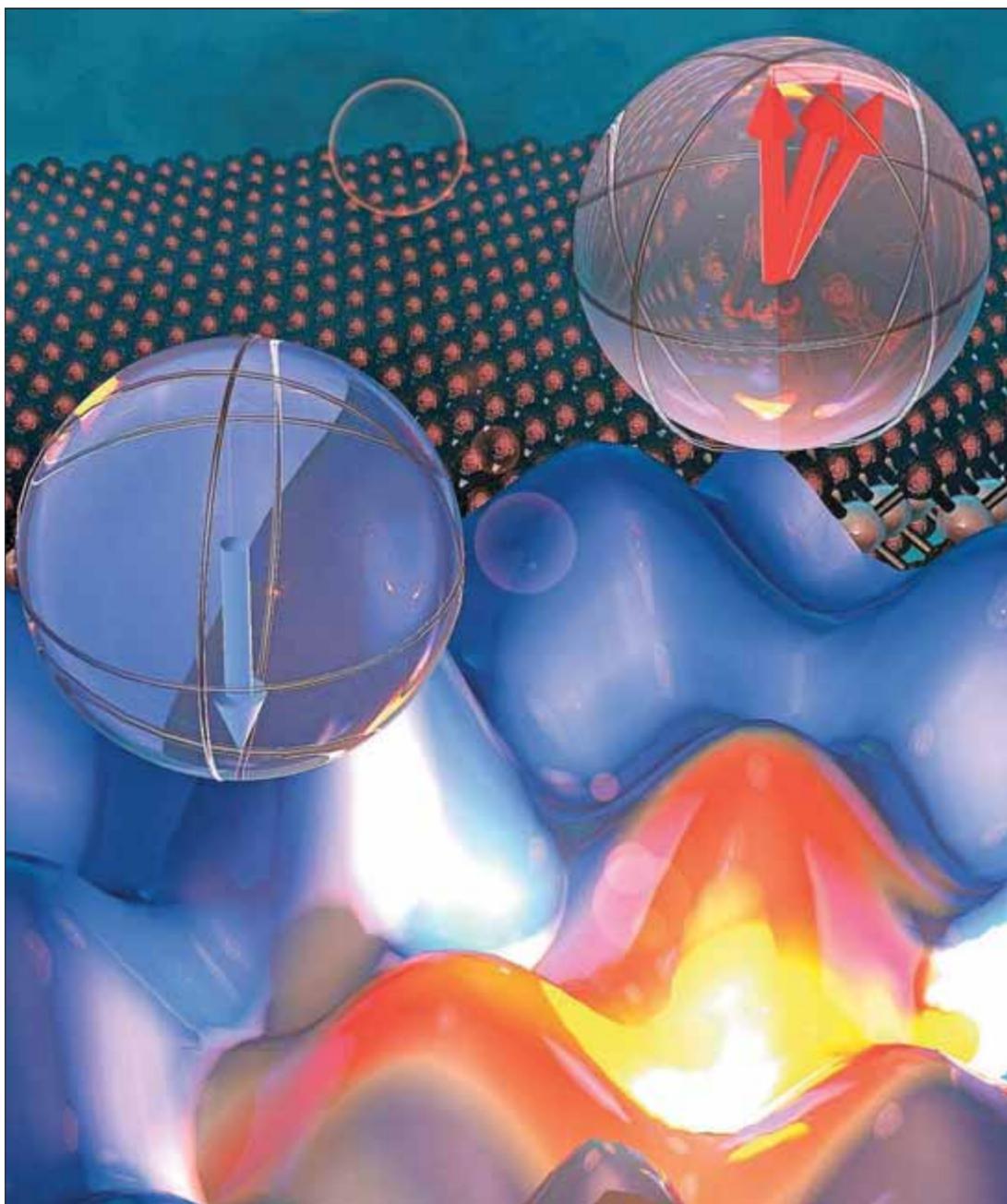
„auf einem Flake hat man Milliarden dieser Schalter“, erläutert Grundlagenforscher Koch. Wie man die Schichten für eine Chip-Produktion prozesssicher herstellen kann, das steht noch in den Sternen und ist eine zukünftige Herausforderung für die Ingenieure.

Zwei Dinge sprechen aber stark für die neue Technologie: Zum einen ist sie sehr robust gegen äußere Störungen. Und zum anderen erlaubt sie auch einen fließenden Übergang vom klassischen Computer zum Quantencomputer.

Zu den wichtigsten äußeren Störungen von IT-Systeme zählt die Temperatur. Sie sorgt für eine ungewollte Eigenbewegung der Elektronen und für ein Verwischen und für Ungenauigkeiten in den physikalischen Prozessen. Deswegen müssen Hochleistungscomputer gekühlt werden, und viele Testsysteme für Quantencomputer arbeiten nur bei Tieftemperatur.

Die „Valley-tronic“ ist hingegen so robust gegen Störungen bei Raumtemperatur wie ein Segelboot auf einem See kaum durch die Mini-Wellen eines Steinwurfs in Bedrängnis gerät. „Bei der Robustheit haben diese Systeme einen klaren Vorteil“, meint Koch.

Da die Forscher die Elektronen per Laserpuls beliebig in die Täler „0“ und „1“ verschieben können, ist auch jede mögliche Aufteilung oder Mischung möglich. Das ebnet den Weg zu Testsystemen für Quantencomputer bei Raumtemperatur, die nicht mehr mit Null und Eins der klassischen Elektronik arbei-



Die Energielandschaft von Wolfram-Selenid mit ihren Tälern erinnert an einen Eierkarton. Mit Laserblitzen können die Forscher die Elektronen (hier als Kugeln gezeichnet) von Tal zu Tal verschieben. Quelle: Uni Regensburg

ten, sondern mit beliebigen Überlagerungen der Zustände solcher dann Quantenbits genannten Recheneinheiten. Durch diese Überlagerung von Zuständen können Quantencomputer viele Rechenaufgaben parallel ausführen. Wofür klassische Computer Tausende Jahre benötigen, das gelänge mit dem Quantencomputer in Sekundenschnelle. „Wir stehen hier technologisch noch am An-

fang“, meint Koch. Doch wie im schnelllebigen IT-Bereich üblich: „Der Durchbruch kann in kurzer Zeit geschehen.“

Materialien wie Wolfram-Selenid werden derzeit in vielen Forschungslabors ausgiebig untersucht. Die hauchdünnen Monolagen von Atomen oder Atomverbindungen stehen beispielsweise im Mittelpunkt des Sonderforschungsbereichs 1083 „Innere Grenzflächen“ an

der Universität Marburg. Dort untersuchen Forscher die elektronischen und optischen Eigenschaften von Atomlagen. „Ganz spannend wird's“, meint Koch, „wenn wir die Monolagen unterschiedlicher Zusammensetzung aufeinander stapeln.“ Dann können die Forscher die Materialeigenschaften beliebig zuschneiden und wie mit einem Lego-Baukasten zusammensetzen.

Meine Gefühle, deine Gefühle

Psychologen untersuchen die Eltern-Kind-Beziehung

sal. Jede Mutter und jeder Vater kennt Unsicherheiten und Zweifel im Umgang mit dem eigenen Kind. Gerade in stressigen Alltagssituationen kann es leicht passieren, dass man als Elternteil in einer Art und Weise auf das Kind reagiert, die man im Anschluss bereut. Wie kann es in stressigen Situationen gelingen, sowohl mit sich selbst als auch mit dem eigenen Kind gelassen umzugehen? Dieser Frage gehen Wissenschaftler des Psychologischen Instituts der Universität Heidelberg in einer aktuellen Online-Studie nach. Sie untersuchen, wie Eltern sich in herausfordernden Situationen sowohl ihren Gefühlen als auch den Gefühlen ihres Kindes gegenüber angemessen verhalten.

Eine gelingende Emotionsregulation zwischen Eltern und Kleinkind ist sehr wichtig für das Kind, denn so lernt es, mit seinen eigenen Emotionen umzugehen. Um mehr Licht ins Dunkel zu bringen, sind Mütter und Väter im Alter von bis zu 55 Jahren mit mindestens einem Kind im Alter von bis zu 18 Monaten eingeladen, an der Studie teilzunehmen. Die Teilnehmenden haben die Möglichkeit, ein Überraschungs-Baby-Paket im Wert von 25 Euro zu gewinnen sowie Informationen über die Entwicklungsschritte der Selbstregulation bei Kleinkindern zu erhalten.

Die Teilnahme an der Online-Studie ist freiwillig und kann jederzeit abgebrochen werden. Alle Angaben werden vertraulich und anonymisiert behandelt.

Info: Hier geht es zur Studie: <https://www.sosicurvey.de/Coregulation/>. Bei Fragen schicken Sie gerne eine E-Mail an: coregulation@psychologie.uni-heidelberg.de

Spinnenseide als Wunderwaffe

Biotechnologen testen ihre Eignung für Brustimplantate

sal. Spinnenseide wird unter Forschern als Wundermaterial gehandelt: Sie ist belastbar, hoch elastisch, leicht und steril. Jetzt sollen Brustimplantate mit eingearbeiteter Spinnenseide erstmals in einer internationalen klinischen Studie getestet werden. Die Biotechnologie-Firma Amsilk aus Martinsried stellt das Material im Bioreaktor her: Dafür wurden Bakterien zu winzigen Fabriken für das Spinnenseide-Protein umfunktioniert.

Mit Hilfe der Mikrobe Escherichia coli kann der begehrte Eiweißstoff in großen Mengen hergestellt werden. Das so gewonnene weiße Pulver kann zu verschiedenen Produkten verarbeitet werden, etwa in Textilien wie Sportschuhen, aber auch in Kosmetikartikeln wie Nagellack. Wegen seiner antibakteriellen Eigenschaften sind diese Spinnenseideproteine auch für den Einsatz in Medizinprodukten geeignet. So haben Biotechnologen erst kürzlich daraus Ersatzgewebe hergestellt, um einen durch einen Infarkt geschädigten Herzmuskel zu heilen.

Nun werden die ersten Silikon-Brustimplantate mit den Spinnenseide-Pro-

teinen beschichtet. Dafür kooperiert Amsilk mit dem in Diegub ansässigen Implantathersteller Polytech Health & Aesthetics. Gemeinsam haben die beiden Unternehmen nun die erste internationale klinische Studie zu den neuartigen Brustimplantaten gestartet. Nach ersten Studien an Patientinnen in Österreich wird die Sicherheitsprüfung damit auf weitere europäische Länder ausgedehnt.

Die Seidenprotein-Beschichtung wird dabei auf die Silikonoberfläche der Brustimplantate aufgetragen und ist die Schnittstelle zum umliegenden Gewebe. Das Biomaterial hat den Vorteil, dass es vom Körper als natürliche Oberfläche erkannt wird und somit zu einer verbesserten Biokompatibilität führt.

Präklinische Studien haben bereits eine hohe Verträglichkeit der seidenbeschichteten Implantate ergeben. Die Hersteller erwarten daher, dass durch die Seidenbeschichtung auch der Heilungsprozess beschleunigt und Komplikationen nach der Operation verringert werden können.



Hochelastisch, stabil und extrem leicht: Spinnenseide fordert Biotechnologen heraus. Foto: Pixabay

Stammt die Lepra aus Europa?

Forscher haben das älteste Lepra-Genom rekonstruiert

sal. Im Mittelalter waren in Europa mehrere Lepra-Bakterienstämme verbreitet und nicht, wie bisher angenommen, nur zwei. Dies fanden Forscher der Universitäten Zürich und Tübingen und des Max-Planck-Instituts für Menschheitsgeschichte in Jena heraus. Es gelang ihnen zudem, das bisher älteste Lepra-Genom zu rekonstruieren. Lepra war in Europa bis ins 16. Jahrhundert weit verbreitet, die Krankheit tritt bis heute in vielen Ländern der Welt auf. Weltweit werden jedes Jahr mehr als 200 000 Neuerkrankungen gemeldet. Hauptverursacher der Lepra ist das Bakterium Mycobacterium leprae.

Die Wissenschaftler haben etwa 90 Proben aus ganz Europa aus der Zeit von etwa 400 bis 1400 n. Chr. untersucht, die die für Lepra charakteristischen Knochenverformungen aufwiesen. Aus diesen Proben wurden zehn mittelalterliche Genome rekonstruiert. Insgesamt umfassen die Genome alle bekannten Stämme der Lepra-Erreger, auch solche, die heute in Asien, Afrika oder Nord- und Südamerika auftreten.

Lepra gab es vermutlich bereits in der Antike. „Wir haben viel mehr genetische Verschiedenheiten bei den Lepra-Erregern im alten Europa gefunden als erwartet“, fasst Prof. Johannes Krause, Forschungsgruppenleiter an der Universität Tübingen, die Ergebnisse zusammen. „Alle bekannten Lepra-Stämme traten bereits im mittelalterlichen Europa auf. Dies legt nahe, dass Lepra schon in der Antike in Asien und Europa weit verbreitet gewesen sein muss und dass die Krankheit ihren Ursprung im westlichen Eurasien haben könnte.“ Eines der rekonstruierten Genome ist aus England

und stammt aus dem Zeitraum zwischen 415 bis 545 n. Chr. Dieses älteste rekonstruierte Genom von M. leprae gehört zum gleichen Lepra-Stamm, der in heute lebenden Eichhörnchen entdeckt wurde. „Das stützt die Hypothese, dass



Verkrüppelte Gliedmaßen sind für Lepra-Kranke eine große Belastung. Foto: dpa

Eichhörnchen und der Handel mit ihren Fellen Faktoren bei der Ausbreitung der Lepra unter Menschen des Mittelalters in Europa darstellten“, sagt Krause.

Die Dynamik der Übertragung der Lepra-Erreger in der Geschichte der Menschen sei nicht völlig geklärt. Auch sei noch unklar, woher genau die Lepra ursprünglich stamme, heißt es. Die neuen Studienergebnisse führen zur Einschätzung, dass Lepra-Bakterien schon viel länger existieren als gedacht. Sie seien mindestens einige Tausend Jahre alt.