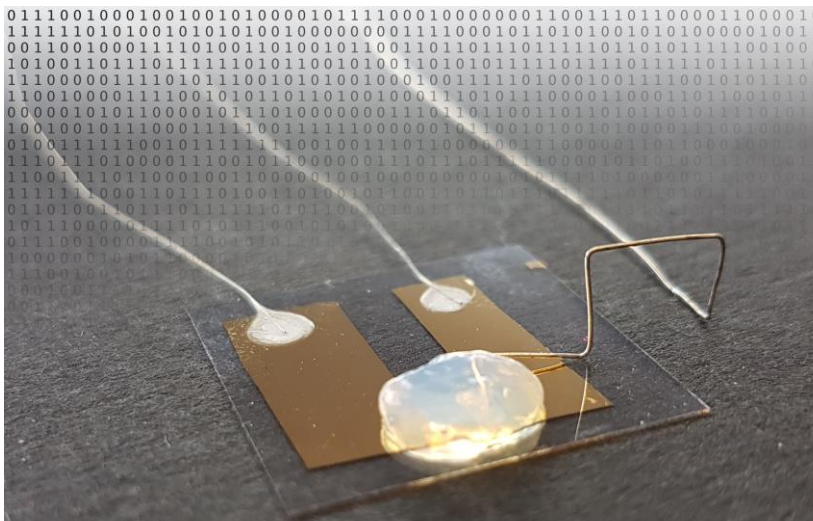


Weltkleinster Transistor schaltet Strom mit einzelmem Atom in festem Elektrolyten

Meilenstein der Energieeffizienz in der Informationstechnologie – Publikation in *Advanced Materials*



Die Grenze der Miniaturisierung erreicht der Einzelatom-Transistor, der in einem Gel-Elektrolyten funktioniert. (Abbildung: Arbeitsgruppe Professor Thomas Schimmel/KIT)

Als weltweit kleinsten Transistor hat der Physiker Professor Thomas Schimmel mit seinem Team am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) den Einzelatom-Transistor entwickelt: ein quantenelektronisches Bauelement, das einen elektrischen Strom über das kontrollierte Verschieben eines einzelnen Atoms schaltet – mittlerweile auch im festen Zustand in einem Gel-Elektrolyten. Der Einzelatom-Transistor arbeitet bei Raumtemperatur und verbraucht extrem wenig Energie, was ganz neue Perspektiven für die Informationstechnologie eröffnet. In der Zeitschrift *Advanced Materials* stellen die Wissenschaftler den Transistor vor (DOI: 10.1002/adma.201801225).

Die Digitalisierung bedingt einen enormen Energiebedarf: In Industrieländern ist die Informationstechnologie derzeit für mehr als zehn Prozent des Stromverbrauchs verantwortlich. Zentrales Element der digitalen Datenverarbeitung ist der Transistor – ob in Rechenzentren, PCs, Smartphones oder in eingebetteten Systemen für viele Anwendungen von der Waschmaschine bis zum Flugzeug. Auf einem aktuell für wenige Euro erhältlichen USB-Speicherstick befinden sich bereits

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-21105
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Pressekontakt:

Dr. Joachim Hoffmann
Redaktionsleiter
Tel.: +49 721 608-21151
joachim.hoffmann@kit.edu

mehrere Milliarden Transistoren. Der von Professor Thomas Schimmel und seinem Team am Institut für Angewandte Physik (APH) des KIT entwickelte Einzelatom-Transistor könnte künftig erheblich zur Energieeffizienz in der Informationstechnologie beitragen: „Mit diesem quantenelektronischen Element sind Schaltenergien möglich, die um einen Faktor 10 000 unter denen herkömmlicher Siliziumtechnologien liegen“, sagt der Physiker und Nanotechnologie-Experte Schimmel, der am APH, am Institut für Nanotechnologie (INT) und am Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme (MZE) des KIT forscht. Seit diesem Jahr ist Professor Schimmel, der als Pionier der Einzelatom-Elektronik gilt, zudem Co-Direktor des Center for Single Atom Electronics and Photonics, eines gemeinsamen Zentrums des KIT und der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich.

In der Zeitschrift *Advanced Materials* präsentieren die Karlsruher Forscher den Transistor, der die Grenze der Miniaturisierung erreicht. Die Wissenschaftler haben dafür zwei winzige Metallkontakte gefertigt, zwischen denen eine Lücke in der Breite eines einzigen Metallatoms besteht. „Über einen elektrischen Steuerimpuls schieben wir ein einziges Silberatom in diese Lücke – der Stromkreis ist geschlossen“, erklärt Professor Thomas Schimmel. „Schieben wir das Silberatom wieder heraus, ist der Stromkreis unterbrochen.“ Der kleinste Transistor der Welt schaltet Strom somit über die kontrollierte reversible Bewegung eines einzigen Atoms. Anders als konventionelle quantenelektronische Bauteile funktioniert der Einzelatom-Transistor allerdings nicht erst bei extrem tiefen Temperaturen nahe dem absoluten Temperaturnullpunkt von minus 273 Grad Celsius. Er arbeitet bereits bei Raumtemperatur – ein entscheidender Vorteil für zukünftige Anwendungsmöglichkeiten.

Mit dem Einzelatom-Transistor haben die Forscher am KIT einen technologisch völlig neuen Ansatz verwirklicht: Der Transistor besteht ausschließlich aus Metall und kommt ohne Halbleiter aus. Die Folge sind extrem niedrige elektrische Spannungen und damit ein extrem niedriger Energieverbrauch. Bisher war der Karlsruher Einzelatom-Transistor auf einen flüssigen Elektrolyten angewiesen. Nun hat Thomas Schimmel mit seinem Team erstmals einen Transistor hergestellt, der in einem festen Elektrolyten funktioniert: Der durch Gellieren eines wässrigen Silberelektrolyten mit pyrogenem Siliziumdioxid entstandene Gel-Elektrolyt verbindet die Vorteile eines Feststoffs mit den elektrochemischen Eigenschaften einer Flüssigkeit und verbessert damit sowohl die Sicherheit als auch die Handhabung des Einzelatom-Transistors.

Weitere Informationen: www.schimmel-group.de

Originalpublikation:

Fangqing Xie, Andreas Peukert, Thorsten Bender, Christian Obermair, Florian Wertz, Philipp Schmieder, and Thomas Schimmel: Quasi-Solid-State Single-Atom Transistors. Advanced Materials. Adv. Mater. 2018, 30, 1801225. DOI: 10.1002/adma.201801225

Abstract online unter <https://online-library.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.201801225>

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 25 500 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:
www.sek.kit.edu/presse.php

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-21105. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.