

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

## **Spintronikzeitalter eingeläutet**

Eine der Zukunftstechnologien könnte die Spintronik sein. Ließe sich der Eigendrehimpuls der Elektronen, der Spin, technisch nutzen, würde eine neue Dimension in der Computer- und Kommunikationstechnik aufgestoßen. Eingesetzt in einem Transistor könnte die Ausrichtung der Spins Quanteninformation codieren und so die hochleistungsfähigen Quantencomputer ermöglichen. „Es ist so ähnlich, als ob man seit Jahrzehnten einen Schraubenzieher nur zum Hebeln verwendet hat und jetzt feststellt, dass man mit ihm auch Schrauben drehen kann“, sagt Andreas Wiek. Der Festkörperphysiker von der Ruhr-Universität Bochum hat einen Halbleiter gebaut, der der Spintronik ein wissenschaftliches Fundament legen könnte.

Ein Elektron bewegt sich nicht nur entlang des Leiterbandes eines Halbleiters, es dreht sich zugleich auch um seine eigene Achse: Es besitzt einen Spin. Ein sich drehendes Elektron hat ein magnetisches Moment zur Folge, weil sich die Elementarladung des Elektrons mitdreht. Dadurch ändert sich die Ausrichtung des elektrischen Feldes der bewegten Elementarladung kontinuierlich im Kreis. Senkrecht dazu baut sich ein Magnetfeld auf, das einen Nord- und einen Südpol besitzt. Je nach Drehrichtung zeigt der Nordpol nach oben oder nach unten.

Die magnetische Ausrichtung legt es nahe, die Dipole der Elektronen für die Codierung von Information einzusetzen: Nordpol oben steht für die Eins, Nordpol unten für die Null. Dazu müsste sich der Halbleiter magnetisieren lassen, um ein Register von Einsen und Nullen einstellen zu können. Die Magnetisierung müsste zudem eine zeitlang stabil bleiben, um die eingestellten Daten informationstechnologisch verarbeiten zu können. Beide Eigenschaften weist Wieks Halbleiter (Science Bd. 313, S.342) auf.

Im Bochumer Festkörper bilden sich selbstorganisiert Quantenpunkte mit einem Durchmesser von 20 Nanometern. In jedem dieser Quantenpunkte befindet sich genau ein Elektron. Diese Elektronen lassen sich in einem Halbleiter viel leichter gezielt kontrollieren als die übrigen, dicht gepackten Elektronen im Leiterband. Dass der Spin der Elektronen in den Quantenpunkten seine Ausrichtung hinreichend lange beibehält,

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

maß Manfred Bayer nach. Der Physiker von der Universität Dortmund stoppte mehrere Mikrosekunden Zeit, bevor ein Spin im Halbleiter aus Bochum umklappte.

Einige Mikrosekunden sind in der Halbleitertechnik mehr als hinreichend, eine halbe Ewigkeit. Aus der Sicht eines Elektrons tut sich in dieser Zeit recht viel im Halbleiter. Alle Picosekunde wird es in seinem Zustand gestört, meist von anderen Elektronen. Innerhalb einer Mikrosekunde rumpelt es mit ihnen etwa eine Million Mal zusammen, ohne dass das Elektron seinen Spin ändert. Bis dahin hat selbst ein lausiger Heimcomputer, der mit einem Gigahertz getaktet wird, 1 000 Rechenoperationen ausgeführt. In der Spintronik muss schließlich in Nanogrößenordnungen gedacht werden.