

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

### **Löcher drehen sich entlang von Quantendrähten**

Wo kein Elektron ist, ist ein Loch. Von diesen Löchern gibt es in Halbleitern eine ganze Menge. Dass diese Löcher eine Ladung transportieren, wenn sie sich durch das Leitungsband eines Halbleiters bewegen, ist nicht neu. Neu und erstaunlich ist, dass diese Löcher auch noch einen Drehimpuls besitzen. Das hört sich ganz so an, als würde ein Strom aus dem Nichts erzeugt. Genau dies ist an der University of New South Wales in Australien gelungen. Die Wissenschaftler haben dort einen Quantendraht hergestellt, in dem ein elektrischer Strom aus Löchern fließt.

Die Revolution in der Quantenelektronik könnte einen neuen Typ von Halbleiter hervorbringen, der die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Ladungsträger nutzt. Ein solcher spintronischer Halbleiter bildete als Bestandteil superschneller Transistoren den Grundbaustein für Quantencomputer. Derzeit werden die Transistoren der Mikrochips zusammengesetzt aus Halbleitern, in denen Ladung und Spin unabhängig voneinander sind. Eine Steuerung der magnetischen Eigenschaften des Halbleiters durch elektrische Impulse ist daher bis jetzt nicht möglich. Der Spin der Ladungsträger bleibt so ungenutzt.

In einem Quantendraht hingegen, lassen sich die Ladungsträger kontrollieren. Er ist so dünn, dass in ihm die Elektronen sich nur in einer Reihe hintereinander bewegen können. In dem in New South Wals aus Galliumarsenid hergestellten Quantendraht bewegen sich statt der Elektronen Löcher. Löcher werden gedacht als Quantenteilchen, die eine zu den Elektronen komplementäre, positive Ladung besitzen. Überhaupt ist die Bewegungsrichtung der Ladung im Quantendraht eine Frage der Perspektive: Die Löcher bewegen sich im Halbleiter wie Blasen in einer Flüssigkeit. Ein Loch bezeichnet die Stelle im Halbleiter, an der ein Elektron fehlt, ganz wie der Ort einer Blase dadurch gekennzeichnet ist, dass hier die Flüssigkeit abwesend ist. Und ob nun die Flüssigkeit von der Blase oder die Blase von der Flüssigkeit verdrängt wird, ist in der Tat Ansichtssache.

Bemerkenswert ist, dass die Löcher ebenso wie die Elektronen einen Spin besitzen, der einen magnetischen Dipol hervorruft.

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Für die Löcher im Quantendraht aus Galliumarsenid haben Alex Hamilton und Adam Micolich experimentell nachgewiesen, dass sich ihr magnetischer Dipol entlang des Drahtes ausrichtet. „Das machen Elektronen nicht“, sagt Hamilton. Die selbstständige Ausrichtung der Dipole von Löchern im Quantendraht macht sie für die Quanteninformationstechnologie interessant, weil ihr Spin dann durch elektrische Impulse manipuliert werden kann: Bewegen sich die Löcher in Reih und Glied durch den Halbleiterkristall, stellt sich ihr Spin ein entweder in Richtung der Bewegung oder entgegengesetzt. Diese Ausrichtung lässt sich informationstechnologisch als Null oder Eins auswerten, wodurch sich der Spin der Löcher zur Speicherung und Verarbeitung von Daten nutzen lässt.