

2. Preis

Natur- und Technikwissenschaften

Markus Parzefall

Lichtquellen für die Nanowelt

Markus Parzefall (32) studierte von 2006 bis 2012 Nanostrukturtechnik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und an der University of California in Berkeley, USA. Danach promovierte er an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Dort forscht er seitdem als Postdoc weiter im Bereich der Optoelektronik.

Beitragstitel Die kleinste Lichtquelle der Welt

Dr. Markus Parzefall

✉ mparzefall@ethz.ch

Promotion an der
Eidgenössischen Technischen
Hochschule Zürich, Schweiz

Früher ragten Antennen aus Radios oder Fernsehgeräten und mussten ausgerichtet werden, um ein gutes Signal zu empfangen. Diese Art von Antennen ist Geschichte. Heute sind wir von viel kompakteren, integrierten Versionen umgeben. Ihre Aufgabe bleibt gleich: Sie wandeln ein elektrisches Signal in elektromagnetische Wellen um – und umgekehrt. Das Ziel: Informationen über große Distanzen zu übertragen, egal ob für das Radio oder Internet. So wie Radiowellen besteht auch Licht aus elektromagnetischen Wellen, seine Wellenlänge ist nur etwa eine Million Mal kürzer. Lässt sich das Konzept der Signalübertragung durch Antennen auch auf Licht erweitern?

Markus Parzefall hat das Konzept von optischen Antennen weiterentwickelt und dabei die kleinste – elektrisch betriebene – Licht-

quelle der Welt geschaffen. »Um elektromagnetische Wellen im Lichtspektrum zu übertragen, darf eine optische Antenne nur wenige Zehn bis Hundert Nanometer messen«, erklärt der Physiker. Die Lichtquelle dafür muss sogar noch kleiner als die Antenne selbst sein und vor allem höhere Frequenzen erzeugen. Bisherige Lichtquellen, zum Beispiel LEDs oder Laser, sind dafür entweder zu langsam oder zu groß. Die Lösung: inelastisches Elektronentunneln. Bei diesem Prozess bewegen sich Elektronen zwischen zwei metallischen Leitern und »tunneln« dabei durch eine isolierende Schicht, die nur wenige Atome dick ist. Unter bestimmten Bedingungen erzeugen die Elektronen so Licht.

Der Versuchsapparat war nur wenige Mikrometer groß. Parzefall ließ Strom durch zwei leitende Goldplättchen fließen, die über eine hauchdünne Schicht aus hexagonalem Bornitrid-Kristall getrennt waren – es entstand Licht. Nanoskopisch kleine Schlitze in der Goldschicht wirkten als Antennen und leiteten das Lichtsignal weiter. Dabei bestimmen Form und Größe der Antennen die Eigenschaften des abgestrahlten Lichts, sprich die Richtung des Signals, seine Frequenz und seine Polarisation. Als Parzefall das Elektronentunneln modulierte, veränderte sich zudem das ausgesendete Lichtsignal – »eine Grundvoraussetzung für das Verschicken großer Mengen an Informationen«, so der Physiker. Damit zeigte er, dass es möglich ist, elektrische in optische Signale umzuwandeln und Lichtsignale über Antennen zu übertragen.

»Es ist noch ein langer Weg, bis optische, für den Menschen unsichtbare Antennen unser tägliches Leben erleichtern«, erklärt Parzefall. Die theoretischen Möglichkeiten sind jedoch vielfältig: Optische Antennen könnten die Entwicklung von Mikrochips voranbringen, indem sie die Signalübertragung zwischen den Transistoren beschleunigen. Auch nanoskopisch kleine Sensoren wären möglich, die uns – eingebaut ins Mobiltelefon – vor gesundheitsschädlichen Gasen warnen.

Winzige Antennen übertragen

elektrische Signale in Form von Licht

