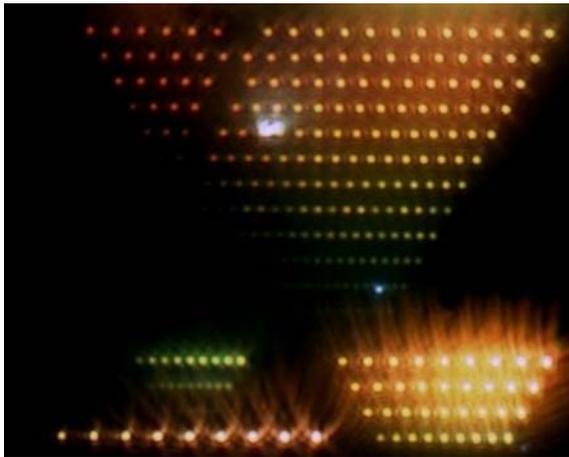


Kleinste Nanoantennen für Highspeed-Datennetze

Schnellste Informationsübertragung – Anwendungen auch in Mikrobiologie, Photovoltaik und Sensorik



Nano-Dipolantennen unterm Mikroskop: Die Farben zeigen die jeweils unterschiedlichen Sendefrequenzen. (Foto: LTI)

Mehr als 120 Jahre nach der Entdeckung der elektromagnetischen Natur der Funkwellen durch Heinrich Hertz beherrscht die drahtlose Datenübertragung die Informationstechnologie. Um immer mehr Daten in kürzerer Zeit zu übertragen, kommen immer höhere Funkfrequenzen zum Einsatz. Vor einigen Jahren fanden Wissenschaftler heraus, dass man auch mit Lichtwellen funken kann. Die Herstellung der winzigen Antennen war aber bislang äußerst aufwendig. KIT-Wissenschaftlern ist es nun erstmals gelungen, kleinste optische Nanoantennen aus Gold gezielt und reproduzierbar anzufertigen.

1887 entdeckte Heinrich Hertz an der damaligen Technischen Hochschule Karlsruhe, der Vorgängerin der Universität Karlsruhe, die elektromagnetischen Wellen. Die gezielte und gerichtete Erzeugung elektromagnetischer Strahlung ermöglicht es, Informationen von einem Standort A zu einem räumlich entfernten Standort B zu übertragen. Die Schlüsselposition bei diesem Transfer nimmt dabei eine Dipolantenne auf der Sendeseite wie auch auf der Empfangsseite ein. Diese Technik hat sich heute in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens, beispielsweise beim Mobilfunk oder beim Satellitenempfang von Fernsehprogrammen, durchgesetzt. Sende- und

Dr. Elisabeth Zuber-Knost
Pressesprecherin

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-2089
Fax: +49 721 608-3658

Weiterer Kontakt:

Monika Landgraf
Pressestelle
Tel.: +49 721 608-8126
Fax: +49 721 608-3658
E-Mail: Monika.Landgraf@kit.edu

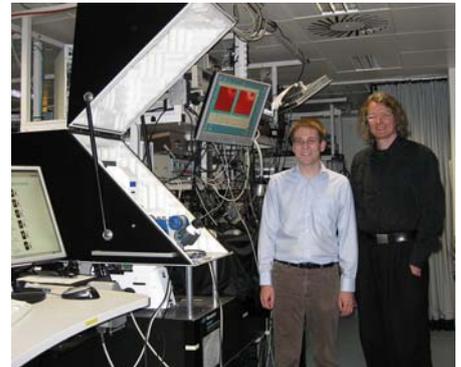
Empfangsseite kommunizieren dann besonders effizient, wenn die Dipolantennen-Gesamtlänge ungefähr der halben Wellenlänge der elektromagnetischen Welle entspricht.

Um nun mit den besonders hochfrequenten elektromagnetischen Lichtwellen im Frequenzbereich bei mehreren 100 000 Gigahertz funken zu können (500 000 GHz entsprechen gelbem Licht von 600 nm Wellenlänge), benötigt man winzig kleine Antennen, die nicht größer sind als eine halbe Lichtwellenlänge, also maximal 350 Nanometer (1 Nanometer = 1 Millionstel Millimeter). Die kontrollierte Herstellung solcher optischer Funkantennen im Nanomaßstab war weltweit ein bisher sehr schwieriges Problem, weil optische Belichtungsverfahren so kleine Strukturen aus physikalischen Gründen nicht ohne weiteres erzeugen können – wegen der Wellennatur des Lichtes. Um dennoch bei ihren Goldantennen, die kleiner sind als 100 Nanometer, die nötige Präzision zu erreichen, nutzten die Wissenschaftler der DFG-Heisenberg-Gruppe "Nanoscale Science" am Lichttechnischen Institut des KIT ein Elektronenstrahlverfahren, die so genannte Elektronenstrahlithografie. Die Ergebnisse wurden nun im Journal Nanotechnology (Nanotechnology 20 (2009) 425203) veröffentlicht.

Die Antennen aus Gold wirken physikalisch wie Radioantennen, wobei Radioantennen etwa 10 Millionen Mal so groß sind, also etwa 1 Meter lang. Die empfangene Frequenz ist bei den Nanoantennen entsprechend 1 Million Mal höher als die Radiofrequenz, also nicht 100 Megahertz, sondern mehrere 100 000 Gigahertz.

Diese Nanoantennen können nun Daten mit extremer Datenrate übertragen, weil die hohe Frequenz der Wellen die extrem schnelle Modulation des Signals erlaubt. Für die Zukunft des drahtlosen Datenverkehrs bedeutet dies eine Beschleunigung auf das 10.000-fache der heutigen Datenrate bei zugleich reduziertem Energieverbrauch. Sie bilden somit eine wichtige Grundlage für neue optische Highspeed-Datennetze. Der positive Nebeneffekt: Licht im Bereich von 1000 bis 400 Nanometer ist für Menschen, Tiere und Pflanzen unschädlich.

Die Nano-Antennen aus Karlsruhe lassen sich in Zukunft aber nicht nur für die Informationsübertragung, sondern auch als Werkzeug für die optische Mikroskopie einsetzen: „Mit Hilfe dieser winzig kleinen Nano-Lichtstrahler können wir Untersuchungen an einzelnen Biomolekülen durchführen, wie es bisher nicht möglich war“, so Dr. Hans-



Entwickelten eine Methode zur Fertigung der kleinsten Nanoantennen am technologischen Limit: Dr. Hans-Jürgen Eisler und Matthias Wissert vom LTI. (Foto: LTI, v.r.n.l.)

Jürgen Eisler, der die Arbeitsgruppe am Lichttechnischen Institut leitet. Daneben können die Nanoantennen als neues Werkzeug zur Charakterisierung von Nanostrukturen aus Halbleitern, Sensorstrukturen und integrierten Schaltkreisen besser eingesetzt werden. Möglich wird dies, da Nanoantennen Licht effizient einfangen können. Damit werden Nanoantennen wiederum zu Lichtquellen und strahlen ihrerseits Lichtquanten (Photonen) ab.

Die Wissenschaftler am LTI arbeiten derzeit auch daran, gezielt und effizient sichtbares Licht mit diesen Antennen einzufangen und auf wenige 10 Nanometer zu lokalisieren, um damit beispielsweise Photovoltaikmodule zu optimieren.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts und staatliche Einrichtung des Landes Baden-Württemberg. Es nimmt sowohl die Mission einer Universität als auch die Mission eines nationalen Forschungszentrums in der Helmholtz-Gemeinschaft wahr. Das KIT verbindet die Aufgaben Forschung - Lehre – Innovation in einem Wissensdreieck.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: www.kit.edu

Die Fotos steht in druckfähiger Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: pressestelle@kit.edu oder +49 721 608-7414.