

Phasengeschwindigkeit oberhalb der Lichtgeschwindigkeit

Peter B. Lehmann

"Wollen wir das Wesen aller sichtbaren Himmelskörper ergründen, so bleibt uns nichts anderes übrig, als den Kode des Lichtstrahles zu entziffern und verstehen zu lernen". Das begann mit den Erkenntnissen des dänischen Astronomen Olaf Römer (1675). Er machte die erste höchst wichtige Entdeckung; nämlich, dass Licht nicht zeitlos den Raum überbrückt, sondern sich mit einer Geschwindigkeit von rund 299.792.458 m pro Sekunde im Vakuum bewegt. Diesem Wert, der mit den verschiedensten Methoden sichergestellt wurde und eine der wichtigsten Zahlgrößen der Naturwissenschaften darstellte, folgte als die nächste wichtige Entdeckung Römers, das Quadratgesetz des Lichtes.

"Die Helligkeit des Lichts verringert sich mit dem Quadrat der Entfernung, wenn sich zwischen der Lichtquelle und dem Licht empfangendem Objekt kein Licht absorbierender Stoff befindet". Dazu kommt, dass das Licht sich in allen Richtungen geradlinig ausbreitet, wenn der durchstrahlte Stoff von gleicher Beschaffenheit ist. Das ändert sich sofort, wenn der Strahl verschiedene Stoffe mit optischen Eigenschaften durchläuft (von Luft in Glas, oder auch Gaseintritt usw.). An der Trennungslinie zwischen den Medien, wird der Lichtstrahl gebrochen (Refraktion). Seit Einsteins spezieller Relativitätstheorie ist diese Zahl eine Naturkonstante der Physik.

Demnach kann das Licht im Vakuum pro Sekunde nicht schneller als der o.g. Wert sein. Wie man aber auch weiß, ist diese Geschwindigkeit von rund 300.000 kms relativ. Physikalische Grundlagenforscher haben erst kürzlich in Experimenten das Licht künstlich abgebremst, es für kurze Zeit zum Stillstand gebracht und in weiteren Experimenten sogar rückwärts laufen lassen. Dabei fanden sie sozusagen als Beifang auch heraus, dass Licht in anderen Materialien, beispielsweise in Cäsiumgas, rund 300 mal schneller ist als im Vakuum (NEC Research Institute in Princeton).

Einen neuen, nun nicht mehr zu brechenden Geschwindigkeitsrekord der Lichtgeschwindigkeit, haben Yang Li und seine Kollegen von der Harvard University mit einem neu konstruiertem Computer-Chip aus Meta-Material mit einem Brechungsindex von Null, aufgestellt. "Sobald der Brechungsindex Null beträgt, wird die Phasengeschwindigkeit unendlich", so die Physiker im Fachmagazin "Nature Photonics". Bei diesem extremen Limit wird die Wellenlänge sowie die Phase im Material überall konstant.

Die Wellenberge und Täler des Lichts oszillieren nur noch in der Zeit, nicht aber im Raum. Der neu entwickelte Super-Chip lässt sich mit Standard-Komponenten photonischer Chips und Leiter verbinden. Er besteht aus einer quadratischen Fläche aus speziellen Polymer, in dem winzige Silizium-Säulen eingebettet sind. Jede dieser Säulen ist 690 Nanometer hoch und 211 Nanometer dick ($1 \text{ Nanometer } 10^{-9} \text{ m}$). Ober- und unterhalb dieser Lichtleitenden Schicht befinden sich dünne Goldauflagen als Begrenzung. Ein Silizium-Wellenleiter führt dann den Lichtstrahl zum Meta-Material. Die Manipulation von Licht ohne Energieverlust ist mit diesem Chip möglich. Sein einfacher Aufbau erlaubt es, das Licht in jede nur denkbare Weise zu manipulieren.

Der Chip kann das Licht zerren, quetschen, beugen und verformen, ohne dabei Energie zu verlieren.

"Die bisher verwendeten optischen Schaltkreise werden durch die schwache und ineffektive Energieerhaltung der konventionellen Silizium-Wellenleiter gehemmt", erklärt Dr. Li. "Das Meta-Material mit seinem Null-Brechungsindex sorgt hingegen durch seine hohe innere Phasengeschwindigkeit für volle Übertragung - egal wie das Material konfiguriert ist".

Der neue Chip hat aber noch weitere Vorteile: Das Meta-Material lässt sich mit herkömmlichen Verfahren leicht und in vielen Varianten herstellen. Außerdem kann der Chip bereits jetzt in konventionelle optische Schaltkreise integriert werden.