

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Die Optik rückwärts gewandter Lichtstrahlen

Der Superlinse, die Strukturen sichtbar macht in Größenordnungen, die weit unterhalb der Wellenlänge des verwendeten Lichts liegen, sind Wissenschaftler aus Iowa und Karlsruhe einen Schritt näher gekommen. Das deutsch-amerikanische Forscherteam hat ein Material hergestellt, das Licht mit einer Wellenlänge von 1,5 Mikrometern negativ bricht.

Negative Brechung ist die wesentliche Eigenschaft eines exotischen Materials, dem Metamaterial. Beim Übergang des Lichts von einem Material zum anderen, wird das Licht entsprechend seiner Wellenlänge gebrochen. Bei natürlichen Materialien fällt das Licht diesseits des Einfallslots auf die Materialgrenze ein und bewegt sich dann weiter jenseits des Einfallslots unter einem für das Material charakteristischen Winkel. Nicht so beim Metamaterial. Dessen Atome haben einen winzigen Abstand voneinander, der sehr viel kleiner ist als die Wellenlänge des einstrahlenden Lichts. Dadurch befinden sich die beiden Winkel für das einfallende und das ausfallende Licht auf derselben Seite des Einfallslots; das Licht wird zurückgebrochen.

Durch das Zurückbrechen des Lichtes wird optisch eine höhere Auflösung möglich. Dazu müssten die Metamaterialien einen Brechungsindex für Licht mit der Wellenlänge zwischen 400 und 800 Nanometern aufweisen. Derzeit wird aber noch im Bereich der Mikrowellen und tief im Infraroten geforscht. Die Spitze dieser Forscherfront bilden die Physiker aus Karlsruhe und Iowa. Sie haben nicht nur ein Metamaterial erzeugt, das Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 1500 Nanometern bricht, sondern auch nachgewiesen, dass sowohl die Phasengeschwindigkeit einer Lichtwelle als auch die Gruppengeschwindigkeit ganzer Wellenpakete im Metamaterial umgekehrt werden.

Das bringt neben den optischen Qualitäten des Metamaterials eine ganze Fülle kurioser Effekte mit sich. Trifft beispielsweise das Wellenpaket eines Lichtpulses auf das Metamaterial, breitet sich am einen Ende desselben das Licht rückwärts aus, noch bevor der Lichtpuls am anderen Ende in das Material eindringt. Indem das rückwärts gerichtete Licht am

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

anderen Ende des Materials herausstrahlt, entsteht der Eindruck, als ob der Lichtpuls, der vorne ins Material eindringt, fast zeitgleich hinten wieder rauskomme. So, als ob sich das umgekehrte Licht schneller ausbreitete als mit Lichtgeschwindigkeit. Das zwar ist erlaubt für die Gruppengeschwindigkeit von Lichtwellenpaketen, dennoch ist Costas Soukoulis von der Iowa State University davon überzeugt, dass für Metamaterialien einige Naturgesetze in ihrer bisherigen Form nicht bestehen können. „Licht mit negativer Geschwindigkeit umkehren, die höher scheint als die konstante Lichtgeschwindigkeit ist, als schriebe man den ganzen Elektromagnetismus um“, sagt Soukoulis.