



Wenn das Licht im Verkehrsstau steckt

Wenn das Licht im Verkehrsstau steckt Warum ist Milch weiß und für uns undurchsichtig? Lichtwellen werden in Substanzen wie Milch zwischen unzähligen Tröpfchen immer wieder hin und her gestreut. Solche Wellen-Ausbreitungs-Phänomene spielen auch in der Technik eine sehr wichtige Rolle, zum Beispiel in der medizinischen Diagnostik. Mit aufwändigen Computersimulationen und Mikrowellen-Experimenten gelangte man nun zu einem überraschenden Ergebnis: Wenn man Wellen durch immer komplexere Strukturen schickt, benehmen sie sich irgendwann ganz einfach und folgen einem einzigen, ganz bestimmten Streumuster. Die Ergebnisse wurden nun im Fachjournal "Nature Communications" veröffentlicht. Viele Wege führen durch die Stadt Wie lange dauert es, von einem Ende einer Stadt zum anderen zu gelangen? Diese Frage hat keine eindeutige Antwort, denn das hängt vom Weg ab, den man wählt. Manche Verkehrsteilnehmer sind besonders schnell, manche quälen sich durch einen Verkehrsstau, wieder andere verirren sich und kommen gar nicht ans Ziel. "Mit Licht ist das so ähnlich", erklärt Prof. Stefan Rotter vom Institut für Theoretische Physik der TU Wien. "Schickt man es durch ein kompliziertes, inhomogenes Material, dann kann es auf viele verschiedene Arten hindurchgelangen und im Medium viele verschiedene Streumuster einnehmen." Je größer die Stadt und je stärker der Verkehr, umso schwieriger wird es, einen Weg hindurch zu finden. Je dicker ein Material und je stärker die Lichtstreuung, umso geringer ist seine optische Durchlässigkeit. Das verblüffende Ergebnis der nun vorgelegten Arbeit zeigt sich, wenn man Wellen durch ein sehr dickes, rein zufällig strukturiertes Medium schickt, in dem die Wellen sehr stark gestreut werden: In diesem Fall gibt es nur noch eine einzige Variante, um durch das Medium zu gelangen. Anstatt das komplizierte Gesamtsystem mit seinen unzähligen inneren Wellenzuständen zu beschreiben, lässt es sich dann mit einem einzigen Streumuster vollständig charakterisieren. "Das ist als ob man zur Zeit des morgendlichen Verkehrsstaus eine riesige Stadt nur mehr auf einem einzigen Weg durchqueren kann", so Rotter. Mit modernen Computern alten Rätseln auf der Spur Die theoretischen Überlegungen darüber gehen zurück bis in die Fünfzigerjahre, als der Physiker Philip W. Anderson solche Phänomene theoretisch untersuchte und 1977 dafür den Nobelpreis erhielt. Seine Theorie der Wellenausbreitung kann Lichtwellen genauso erklären wie Schall, und auch in der Quantenphysik, in der Teilchen als Welle beschrieben werden, treffen dieselben Überlegungen zu. Lange Zeit war es aber nicht möglich, die hochkomplizierte Ausbreitung von Wellen in ungeordneten Medien adäquat zu berechnen. Doch mittlerweile kann man mit Hilfe von Großcomputern und klugen Berechnungsmethoden solchen Phänomenen mit großer Präzision auf die Spur kommen. Adrian Girschik, Florian Libisch und Stefan Rotter von der TU Wien entwickelten Computersimulationen, an der University of Texas in San Antonio wurden Experimente durchgeführt: Aluminiumkugeln wurden in Styropor gepackt, in eine Röhre gefüllt und dann mit Mikrowellen bestrahlt. Die Alukugeln bilden dadurch zufällig angeordnete Streu-Hindernisse für die Mikrowellenstrahlung, ähnlich wie Öltröpfchen in der Milch das sichtbare Licht ablenken. Wie kompliziert die Wellenausbreitung ist, hängt von der Beschaffenheit des Mediums ab: "Man könnte erwarten, dass das System immer komplizierter wird, je länger die Röhre ist, und je mehr Aluminiumkugeln die Mikrowellen ablenken", sagt Stefan Rotter. "Doch in Wirklichkeit zeigt sich: Ab einer gewissen Länge, ab einer gewissen Komplexität des Streusystems, spielt nur noch ein einziger Übertragungskanal eine Rolle." Am Ende der Röhre kommt dann immer dasselbe Wellenmuster heraus - nur ein einziger Wellen-Zustand gelangt durch das System, alle anderen werden bis zur Unsichtbarkeit abgedämpft. Gemeinsam publizierten nun die Forschungsteams der TU Wien und der University of Texas ihre Ergebnisse im Fachjournal "Nature Communications". Dass Untersuchungen von Wellenausbreitung durch ungeordnete Materialien auf so großes Interesse stoßen, ist kein Zufall: Solche Wellenphänomene sind in Wissenschaft und Technik allgegenwärtig. In der medizinischen Diagnostik, in der Geophysik, bei der Erzeugung von Laserstrahlung mit speziellen ZufallsLasern - in vielen ganz unterschiedlichen Bereichen hat man es mit Wellenausbreitung zu tun, die von der Umgebung stark gestört wird. Diese Phänomene immer besser zu verstehen ist daher eine Aufgabe, die für viele verschiedene Bereiche relevant ist. Rückfragehinweis: Prof. Stefan Rotter Institut für Theoretische Physik Technische Universität Wien Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien T: +43-1-58801-13618 stefan.rotter@tuwien.ac.at Aussender: Dr. Florian Aigner Büro für Öffentlichkeitsarbeit Technische Universität Wien Operngasse 11, 1040 Wien T: +43-1-58801-41027 florian.aigner@tuwien.ac.at 

Pressekontakt

Technische Universität Wien

1040 Wien

Firmenkontakt

Technische Universität Wien

1040 Wien

Weitere Informationen finden sich auf unserer Homepage