

Neue Eigenschaften des Lichts entdeckt

Peter B. Lehmann

Wer sich mit der Geschichte der Physik, nicht nur der astrophysikalischen Entwicklung, beschäftigt, wird sicher bestätigen können, dass in einem etwa 100-jährigen Zyklus in den Naturwissenschaften ganz neue Erkenntnisse sowie viele bisher unlösbare Probleme explosionsartig auftreten oder sich auflösen. Da wir ja mehrheitlich alle aus dem ausklingenden neunzehnten Jahrhundert sind, müssen an dieser Stelle nicht alle großen und kleinen Erkenntnisse dargestellt werden, die wir in unserer Vergangenheit miterleben durften. Das Licht aus dem Universum, das uns als Veränderlichenbeobachter ja besonders interessiert, erlebte schon einmal einen regelrechten Boom auf das "Light Amplifikation by Stimulated Emission of Radiation" (LASER), den bekannten Lichtverstärker durch so genannte induzierte Emission, bei der sehr intensive und stark gebündelte elektromagnetische Strahlung im sichtbarem Bereich erzeugt werden kann. Die Strahlung ist außerdem kohärent und besitzt definierte Wellenlängen, die insbesondere praktisch monochrom sein können.

Gegenwärtig erleben wir völlig überraschend, dass Wissenschaftler um Laura Rego und Rebecca Jacobson et al. der Universität Salamanca, dass das Licht sich nicht wie die bisherige Lehrmeinung verhält!

Die Forscher haben eine neue Art von Lichtstrahlen entdeckt: Ein Schraubenlicht. Demnach kann sich Licht nicht nur wie ein Korkenzieher winden - es kann dabei auch seine Windungsdichte ändern, wie Experimente belegen. Statt einer Schraube ähneln diese Lichtstrahlen eher einem Croissant. Dieses Licht, mit sich änderndem Bahndrehimpuls, könnte eine ganze Reihe neuer Anwendungen ermöglichen, wie die Wissenschaftler im Fachmagazin "Science" berichten.

Es gibt viele Eigenschaften der Photonen, die ihr Verhalten im Lichtstrahl charakterisieren. Die Schwingungsrichtung des Lichts beeinflusst seine Polarisation. Die Wellenlänge und Energie die Lichtfarbe der Strahlung. Laserlicht ist kohärent, denn die Photonen bewegen sich im Gleichtakt.

Die Fähigkeit des Menschen, diese Eigenschaften des Lichts zu manipulieren, macht den Laserstrahl zu einem so vielseitigem Werkzeug. Die jetzt neu entdeckten Eigenschaften des Lichts erzeugen besonders exotische Strahlformen. Der OAM "Orbital Angular Momentum" (Bahndrehimpuls) bringt eine Lichtwelle dazu, sich beim Ausbreiten spiralg um die eigene Achse zu drehen. Diese schraubenförmige Welle (Korkenzieher-Licht) kann seinen Drehimpuls auf mikroskopisch kleine Objekte übertragen, aber auch digitale Daten kodieren und durch die Luft übermitteln, wie vor kurzem ein Experiment belegt hat.

Eine ganz neue Variante solcher Lichtschrauben, deren Bahndrehimpuls nicht gleich bleibt, sondern sich mit der Zeit verändert, hat Laura Rego et al. (Universität Salamanca) erzeugt. "Diese exotischen Lichtpulse können eine Abfolge von Photonen sein, deren Bahndrehimpuls sich jeweils gegenüber dem Vorgänger erhöht", erklärt Laura Rego und ihre Kollegen. Durch diese Veränderungen ändert sich auch die

Windungsdichte des Korkenzieher-Lichts. Die Physiker bezeichnen diesen Effekt als "Self-Torque" (Selbstverdrillung). Dieser schon aus der Elektrodynamik oder auch der Relativitätstheorie bekannte Begriff war bisher bei den Eigenschaften des Lichts unbekannt.

Entdeckt hat das REGO-Team diese neuen Lichteigenschaften mit theoretischen Modellen des OAM-Lichts, die auch zeigten, dass der Selbstverdrillungs-Effekt nachweisbar sein könnte. Ob ihre Erkenntnisse auch praktisch anwendbar wären, überprüfte das spanische Forscher-Team gemeinsam mit Experten des JILA-Forschungszentrums in Colorado.

"Schon das OAM-Licht zu erzeugen ist alles andere als trivial", sagte Kevin Dorney vom JILA-Forschungszentrum in Colorado. Die Forscher nutzten dafür 2 Strahlen vom Korkenzieher-Licht, welches sich nur durch einen Bahndrehimpuls unterschied. Diese Strahlen überlagerten sie in einer sich Überschallschnell ausdehnenden Wolke aus Argongas. Es entstanden Strahlen von energiereichem UV-Licht mit veränderten Schraubenwindungen-Licht mit Self-Torque. "Dies war das erste Mal, dass jemand diese neue Eigenschaft des Lichts theoretisch beschrieben und sogar beobachtet hat", sagt Laura Rego. "Damit haben wir demonstriert, dass Lichtstrahlen mit zeitabhängigem Bahndrehimpuls erzeugt werden können. Diese neu entdeckte Eigenschaft des Lichts ist nicht nur für die Grundlagenphysik interessant, sie könnte auch neue Anwendungen ermöglichen. So könnten diese Wirbel aus Licht genutzt werden, um die dynamische Struktur von Material und Molekülen auf der Nanoebene zu analysieren".

Science/ AAAS 28.06.20 Nadja Podbregar Science 2019;
doi:10.1126/science.aaw9486