

Ein Klumpen aus Licht

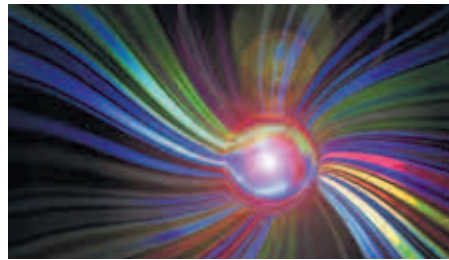
Bonner Forscher zwingen Photonen in neuartigen Zustand – Erfindung könnte dereinst die Lasertechnik ersetzen

■ Die Vision: Brenngläser für hoch effiziente Solarzellen

BRIGITTE RÖTHLEIN

Laser sind universelle Werkzeuge in Forschung und Industrie. Ihr besonderer Nutzen beruht darauf, dass ihre Lichtwellen im absoluten Gleichtakt schwingen. Sie haben jedoch einen großen Nachteil: Je kürzer die Wellenlänge, desto höher der Energieaufwand, um die Strahlung zu produzieren. Nun haben Physiker an der Universität Bonn eine Alternative entdeckt: Sie stellten erstmals weltweit ein Ensemble aus Photonen – also Lichtteilchen – her, das im Gleichtakt schwingt. Es entspricht damit einem Bose-Einstein-Kondensat (BEC) aus Licht. 1995 hatten Forscher zum ers-

ten Mal derartige BEC erzeugt – eine Tat, die 2001 mit dem Nobelpreis geehrt wurde. Die Physiker hatten dazu Atome in eine Falle gesperrt und gekühlt. Nahe dem absoluten Temperatur-Nullpunkt entstand das BEC. Alle Teilchen verhielten sich darin vollkommen gleich und wurden ununterscheidbar, sie bildeten ein mit bloßem Auge sichtbares Quan-



Eine neue Lichtform – als Tropfen inmitten heranströmender Photonen

tenobjekt. Das öffnete die Tür zu einer neuen Art von Materie.

Auch das BEC der Bonner Forscher benimmt sich völlig anders als konventionelles Licht. „Unser BEC aus Lichtteilchen hat im Gegensatz zum atomaren BEC Zimmertemperatur“, erklärt Teamleiter Martin Weitz. Es geht hier nicht darum, die Teilchen absolut zu kühlen, sondern sie alle in den niedrigsten Quantenzustand zu überführen, damit der Lichtklumpen überhaupt entstehen kann. Das gelang den Forschern, indem sie Photonen in einen winzigen Hohlraum von rund einem Tausendstel Millimeter Durchmesser einsperrten, der mit einem organischen Farbstoff gefüllt ist. Zwischen zwei Hohlspiegeln wurden die Lichtteilchen dort hin- und hergeworfen. Die Farbstoffmoleküle absorbierten viele von ihnen und emittier-

ten sie als energieärmeres Fluoreszenzlicht kurz darauf wieder.

Dieser Vorgang zusammen mit dem Einschluss zwischen den Hohlspiegeln „kühlt“ die Photonen und zwingt sie schließlich in ihren Grundzustand. Innerhalb kürzester Zeit stellt sich im Inneren des Hohlraums ein thermisches Gleichgewicht ein, und die Photonen beginnen im Gleichtakt zu schwingen. Eine Kamera dokumentiert den Umschlag von außen: Es entsteht ein leuchtender Punkt, das Bose-Einstein-Kondensat.

Das Bonner Licht-BEC ist gelb. „Aber wenn man den Farbstoff, den wir verwendet haben, beispielsweise durch ein Edelgas bei hohem Druck ersetzt, kann man kürzere Wellenlängen erzeugen, bis hin zum ultravioletten (UV-)Bereich“, sagt Weitz. Solche Anordnungen könnten eines Tages Laser ersetzen. Bis heute

ist es extrem schwierig, UV-Laserlicht herzustellen. Aber es gäbe viele Anwendungen dafür, etwa in der Herstellung von extrem feinen Nanostrukturen auf Elektronik-Chips.

Die von den Bonner Forschern entwickelte Methode lässt sich eventuell auch dazu nutzen, Sonnenlicht wie mit einem Brennglas auf Solarzellen zu konzentrieren. „Stellen Sie sich ein mit Licht gefülltes Sektglas vor, das nach unten hin spitz zuläuft“, sagt Weitz. „Je kälter das Licht ist, desto weiter unten kommt es in diesem Sektglas zu liegen, und desto konzentrierter wird es.“ Dieser Effekt ist unabhängig von der Richtung, aus der das Licht einfällt: Die Konzentration erfolgt immer am selben Ort. Eine Linse hingegen muss nach dem Sonnenstand ausgerichtet werden, damit ihr Brennpunkt immer an derselben Stelle bleibt.