Quanten und Realität

Typische Quanteneffekte werden heute an immer größeren, aus tausenden Atomen bestehenden Objekten demonstriert, so der Autor Michael Springer (»Die Wirklichkeit der Natur«, Februar 2016, S. 50).

Alexander Schwochau, Göttingen: Vor mir liegt ein Kaffeelöffel: Er glänzt, leitet die Wärme und den elektrischen Strom, und er ist magnetisch. Obwohl er makroskopisch ist, zeigt er diese allesamt echten quantenphysikalischen Effekte. Er kann diese Effekte auch überhaupt nur zeigen, wenn er makroskopisch ist und viel mehr als 1000 Atome enthält.

Manchmal betreibe ich Laser, deren Resonatoren noch auf einem Tisch Platz finden. Ich kann den Aufbau so einstellen, dass nur ein einziger Laserzustand besetzt ist, der aber dafür stark, und der Zustand kann quer durchs Zimmer reichen. Ich kann viele Photonen entnehmen, um den Zustand genau zu vermessen, wobei sich dieser durchaus makroskopische, genuin quantenphysikalische Zustand nicht merklich ändern oder unscharf würde.

Helium gibt es als suprafluide Phase, meistens nicht viel davon, aber sicher makroskopisch, nicht 1000, sondern 10^{20} Atome.

Diese Liste lässt sich beliebig erweitern, daher kommen mir die Worte »mikroskopisch«, »exotisch«, »unanschaulich« über Quantenphänomene unangemessen vor. Quanteneffekte sind alltäglich, normal, makroskopisch

um uns herum. Ich kann mit den Quantenzuständen in dem Löffel wechselwirken, direkt mit meinen Sinnen, ich sehe den Glanz, ertaste den Wärmestrom, spüre die Kraft, mit der ein Magnet anhaftet, bekomme von dem Löffel einen Schlag, wenn ich ihn an eine Spannungsquelle gegen Erde anschließe. Ist das real? Sind das Messungen? Was kollabiert dann wo? Was hat es also damit auf sich, wenn die Realität dieser Quanteneffekte diskutiert wird?

Meiner Ansicht nach ist das kalte Kaffee von vor 100 Jahren, zu oft wiederverwendet. Wenn bei mir Kaffeelöffel verschwinden, bin ich fast ganz sicher, dass es nicht daran liegt, dass sie kollabiert sind.

Messproblem in der Raumzeit

Felicitas Mokler beschrieb, wie Forscher die von Einstein vorhergesagten Schwingungen mit verbesserten Instrumenten nachzuweisen versuchen (»Warten auf die Welle«, Dezember 2015, S. 46).

Thomas Divossen, Greiz: Bezüglich der Suche nach Gravitationswellen geht mir ein zweifelnder Gedanke nicht aus dem Sinn: Wenn das ganze Messsystem selbst Teil der Raumzeit ist, wie will man dann überhaupt damit messen, dass eine Krümmung der Raumzeit stattfindet? Wenn zum Raum auch die Zeit verzerrt wird, dürften Änderungen/Verzerrungen für etwas, was innerhalb dieser Raumzeit existiert, doch gar nicht wahrnehmbar sein, egal wie groß die Wellen auch sein mögen. Von »außen« betrachtet ändert sich der Abstand der Messspiegel, aber die Spiegel selbst sehen immer den gleichen Abstand, weil alles, auch die Lichtwellen selbst, innerhalb der Raumzeit gleich verzerrt/gedehnt/gestaucht wird.

Vielleicht bin ich ja zu naiv, aber mein Eindruck ist, dass man solche Wellen deshalb prinzipiell niemals finden kann (und dass hier sehr viel Geld umsonst verbraten wird!).

FOLGEN SIE UNS
IM INTERNET

facebook

www.spektrum.de/facebook

YouTube

www.spektrum.de/youtube

Google+

www.spektrum.de/googleplus

twitter

www.spektrum.de/twitter

Antwort der Autorin: Im Prinzip ist Ihre Überlegung nicht falsch. Wie haben die Physiker es inzwischen also trotzdem geschafft, Gravitationswellen mit Hilfe von großskaligen Michelson-Interferometern nachzuweisen (siehe dazu »Gravitationswellen nachgewiesen«, April 2016, S. 12)?

Der Trick dabei ist, dass Raum und Zeit zwischen den beiden Messarmen des Interferometers nicht in demselben Maß verzerrt werden, wenn eine Gravitationswelle sie passiert, da die beiden Messstrecken senkrecht zueinander verlaufen.

Wenn das Interferometer die relativen Streckenlängendifferenzen bestimmt, misst es letztlich die unterschiedlich langen Lichtlaufzeiten in den beiden Messarmen. Werden Letztere nun durch eine Gravitationswelle unterschiedlich gedehnt oder gestaucht, ändert sich die relative Lichtlaufzeit für die beiden Messarme im Vergleich zum Ruhezustand des Interferometers (die Lichtgeschwindigkeit bleibt dabei konstant). Das bedeutet: Die beiden Laserstrahlen treffen in anderen Phasen wieder aufeinander, wenn sie sich zum Signalstrahl vereinigen; der Signalstrahl hat daher eine andere Helligkeit als im Ruhezustand.

Ich hoffe, ich konnte Ihnen damit weiterhelfen.

LESERBRIEFE

... sind willkommen! Schicken Sie Ihren Kommentar unter Angabe, auf welches Heft und welchen Artikel Sie sich beziehen, einfach an die E-Mail-Adresse www.leserbrieft@spektrum.de oder geben Sie Ihren Kommentar direkt unter dem zugehörigen Artikel auf Spektrum.de ab. Die individuelle Webadresse ist stets am Ende des Artikels im Heft in Rot abgedruckt.