

Aspect bestätigt Bohr

Bohrs *Komplementaritätsprinzip* und Heisenbergs *Unschärferelation* bilden die beiden Standbeine der *Kopenhagener Deutung* der Quantenmechanik. Sie besagt, dass komplementäre Messgrößen eines Elementarteilchens, wie Ort und Geschwindigkeit, nicht zugleich beliebig genau bestimmt werden können. Grund seien keine mangelnde Messgenauigkeit oder fehlende Parameter, sondern das ureigene Wesen dieser „Teilchen“, die sich in einem „unscharfen Schwebezustand“ befänden, in dem unzählige Kombinationen von Ort und Geschwindigkeit möglich sind und sich je nach Messvorgang eine davon realisiert.

Albert Einstein bestritt in der berühmten Debatte mit Niels Bohr diese Deutung und startete 1935 mit dem *EPR-Gedankenexperiment* den berühmtesten Angriff.

47 Jahre später, 1982, wurde die *Kopenhagener Deutung* von Alain Aspect's Team experimentell bestätigt (siehe Lektüre). Dazu schickte man einzelne Photonen auf einen halbdurchlässigen Spiegel. Ein Teilchendetektor dahinter verriet jedes Photon als Durchgang oder Reflexion. Nahm man aber den Detektor weg und liess die durchgegangenen mit den reflektierten Photonen über mehrere Spiegel und zuletzt durch je einen Spalt auf denselben Fotofilm fallen, so baute sich aus all den einzelnen „Fotopixeln“ mit zunehmender Belichtungszeit ein Interferenzmuster auf. So, als wäre jedes dieser Teilchen eine Welle, die mit sich selbst interferiert hat. Kämen nämlich die Photonen als Teilchen durch den Doppelspalt, so würden sie nur zwei Lichtstreifen erzeugen, nicht aber ein komplexes Interferenzmuster. Das einzelne Photon ist also, bevor es auf einen Detektor oder das Fotopapier trifft, im wahrsten Sinne des Wortes „überall und nirgends“ zugleich. Die Physiker nennen dies eine „kohärente Überlagerung“ von Zuständen.

(Lesenswerte Lektüre: „Licht und Materie. Eine physikalische Beziehungsgeschichte“ von Morsch, 2003)

Bemerkung zum EPR-Experiment: Einstein beschrieb zusammen mit seinen princetonener Kollegen Podolsky und Rosen ein für damalige Zeiten hypothetisches Experiment: Trenne man „Zwillingsteilchen“, die bezüglich Ort und Geschwindigkeit verschränkt wären, so könne man an jedem eine der beiden komplementären Messgrößen genauestens bestimmen. Somit wären Komplementärgrößen grundsätzlich genau bestimmbar. Denn es könne ja wohl nicht sein, dass wenn der Ort von Teilchen A genau gemessen würde, sich die Geschwindigkeit von Teilchen B nur noch ungenau bestimmen liesse. Eine solche „spukhafte Fernwirkung“ sei doch absurd, so Einstein.