



Zunächst werden in einem Kristall (source) durch einen nichtlinearen Prozess aus einem blauen Photon zwei rote erzeugt, die verschränkt sind, d.h. sie sind in ihren Schwingungsebenen (Polarisationen) jeweils um 90° gegeneinander verdreht. Die Schwingungsebene des einen von beiden (hier des Linken) kann durch eine Anordnung von Halb- und Viertelwellenplatten und einem Polarisator in jede mögliche Schwingungsebene gedreht werden. Anschließend wird es gemessen, aber nur im Sinn von 0 und 1. Über den Polarisationszustand sagt die Messung nichts aus. Die Messung wird benutzt, um einen elektrischen Triggerpuls zu erzeugen, der zur Kamera geleitet wird, in der das zweite Photon ankommt. Über die Länge der Glasfaserleitung kann man die Laufzeiten der beiden Photonen so einstellen, dass sie die beiden Messungen möglichst gleichzeitig stattfinden. Diese Maßnahme ist wichtig, um sicher zu sein, dass man auch immer genau die zwei zusammengehörigen, verschränkten Photonen misst.

Das zweite der verschränkten Photonen wird nun mit Hilfe einer Interferometeranordnung und einem Spatial Light Modulator (SLM) so raffiniert manipuliert, dass es räumliche Schwingungszustände darstellt. Die sehen so ähnlich aus wie Schwingungen auf einer gespannten Membran bzw. Trommel. Die Lage der Schwingungsbäuche und Knoten lässt sich über den Spatial Light Modulator (SLM) einstellen und mit Hilfe der Kamera online ansehen.

Soweit – so gut. Das Irre ist nun, dass eine Veränderung des Polarisationszustandes des ersten Photons – durch Drehen an den Halbwellen und Viertelwellenscheiben – gleichzeitig den Polarisationszustand des zweiten Photons verändert. Und das - ohne dass die beiden in irgendeiner Form miteinander wechselwirken bzw. etwas austauschen können.

Das Schöne an der vorliegenden Anordnung ist nun, dass man die Einschlagpunkte der nacheinander durch die Apparatur laufenden Photonen in der Summe online sichtbar machen kann. Dadurch lässt sich sehr schön beobachten, dass bei einer Drehung des Polarisationszustandes des ersten Photons sich die Form der Schwingungszustände des zweiten Photons sofort mitändert und zwar durch die Drehung des Schwingungsbildes.

Videolink: <https://www.youtube.com/watch?v=7Rtqbygk7Qk>

Man sieht somit die spukhafte Fernwirkung von Photon 1 auf Photon 2 live (und in Farbe)!

Eine super anschauliche Demonstration der Quanten-Verschränkung.