

## DOPPELSPALTEXPERIMENT

### Versuchsanordnung

Wir haben eine Lichtquelle, die *einzelne* Photonen (=Elementarteilchen der Klasse *Eichboson*, auch *Lichtquant* genannt) auf einen gegenüberliegenden Detektor (lat.: *detector* „Entdecker“, „Offenbarer“, Gerät zum Nachweis oder Anzeigen nicht unmittelbar zugänglicher bzw. wahrnehmbarer Stoffe und Vorgänge) schießt. Dabei müssen sie eine Trennwand mit zwei parallelen Schlitzen passieren. Der Vorgang des „Abfeuerns“ wiederholt sich millionenfach und zwar innerhalb kürzester Zeit. Anhand der Versuchsanordnung ist definitiv ausgeschlossen, dass ein Photon mit einem anderen Photon wechselwirkt, da sich *immer* nur ein einzelnes Photon am Doppelspalt aufhält.

Ist der rechte Schlitz geöffnet, zeigt sich direkt dahinter auf dem Schirm ein schmaler Streifen, vergleichbar einem Muster von Gewehrkugeln.

Nicht anders verhält es sich, wenn der linke Spalt geöffnet ist. Der schmale Streifen zeigt sich auf der linken Seite.

Sind nun gleichzeitig beide Spalte geöffnet, liegt die Vermutung nahe, dass sich zwei schmale Streifen direkt hinter jedem der beiden Spalte zeigen (wie bei dem Versuch mit einem Maschinengewehr). Aber, oh Wunder, es zeigte sich ein völlig anderes, unerwartetes Ergebnis: Es bildete sich ein so genanntes Interferenz-Muster \*, das sich beispielsweise bei einer Welle zeigt, die *gleichzeitig* durch beide Spalte geht.

Aber wie kann das sein? Wie kann ein *einzelnes* Lichtquant (als Teilchen) „mit sich selbst in Wechselwirkung treten“, um dadurch ein Interferenz-Muster zu erzeugen?

Um herauszufinden, was genau am Doppelspalt vor sich ging, brachten Wissenschaftler nun je ein Messinstrument an jedem der beiden Spalte an, die in der Lage sind zu registrieren, durch welchen Spalt letztendlich das Photon geflogen ist (Photon1 durch Spalt2, Ph2 durch Sp1, Ph3 durch Sp1 usw.). Als sie nach dem Umbau das „Photonen-Gewehr“ erneut einschalteten, waren sie abermals schwer irritiert und verwundert: Nun war plötzlich das Interferenz-Muster verschwunden (in der Fachsprache: Die Beobachtung / Messung brachte es zum „kollabieren“) und auf dem Detektor sah man (die ursprünglich erwarteten) zwei schmale Streifen, je einen hinter jedem Spalt: Hat also der Einbau der beiden Messinstrumente eine Veränderung des Verhaltens der Photonen ausgelöst?

Auch wenn die Ergebnisse des Doppelspaltexperiments nicht angezweifelt werden, gibt es unterschiedliche wissenschaftliche Interpretationen, was es zu bedeuten hat. Die offensichtliche Tatsache, dass die Aufzeichnung des Detektorsignals das Verhalten der Photonen verändert, scheint mit der Anwesenheit eines „bewussten Beobachters“ zusammenzuhängen. Wenn der bewusste Beobachter hinschaut (d.h. misst) verhalten sich die Photonen anders als wenn er wegschaut.

\* Der Begriff *Interferenz* beschreibt den Effekt, dass eine Welle, die auf einen Doppelspalt trifft, hinter dem Doppelspalt zwei neue Wellen erzeugt, die miteinander wechselwirken. Das Licht, das auf dem Schirm hinter dem Doppelspalt gemessen wird, zeigt hellere und dunklere Bereiche (Streifen), denn dort, wo zwei *Wellenberge* aufeinandertreffen (Überlagerungen),

addieren sich diese und erzeugen einen helleren Bereich auf dem Schirm. In den Bereichen, wo ein *Wellenberg* auf ein *Wellental* trifft, löschen sich beide gegenseitig aus und es entsteht ein dunkler Bereich.

### Zusammenfassung:

Wenn *beide* Schlitze geöffnet sind und wir *nicht* beobachten, durch welchen Spalt das einzelne Photon geht, entsteht das Interferenz-Muster (**Wellencharakter**)

Wenn *beide* Schlitze geöffnet sind und wir beobachten (messen), durch welchen Spalt das einzelne Photon geht, „kollabiert“ das Interferenz-Muster und es zeigen sich wieder die zwei schmalen Streifen direkt hinter den jeweiligen Schlitzen, wie beim „Gewehr-Kugel-Muster“ (**Teilchencharakter**)

### Vorübergehendes Fazit und damit verbunden weitere Fragestellungen:

Das Photon kann *sowohl* den Charakter einer Welle *als auch* den eines Teilchens annehmen. Beide „Zustände“ (Teilchen/Welle) stellen allerdings etwas so Gegensätzliches dar, d.h. sie sind so grundverschieden voneinander wie <<Feuer und Wasser>>.

Das „Verhalten“ der Photonen hängt anscheinend davon ab, ob wir es beobachten oder nicht. Beobachten wir es, verwandelt es sich von der Welle zum Teilchen und umgekehrt.

Der Mensch spielt keine passive Rolle in der Welt.

Die vielgepriesene „Objektivität in der Wissenschaft“, bei der sich der Mensch als störendes Subjekt möglichst herauszuhalten hat, gilt so in der Quantenphysik nicht (mehr). Ganz im Gegenteil.

Die Beobachtung eines Vorgangs verändert das Ergebnis.

Der Beobachter verändert durch seine Beobachtung die Wirklichkeit.

Die Potenzialität wird durch Messung (Beobachtung) in die Realität übergeführt. Vom „Möglichen“ zum „Faktischen“.

