

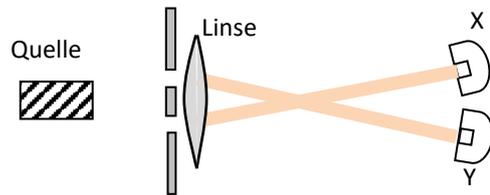
Delayed Choice am Doppelspalt mit Linse

Ziel

Sie können das Prinzip der Delayed Choice Experimente auf ein Gedankenexperiment übertragen, hier ist es ein Doppelspalt-Experiment mit Linse.

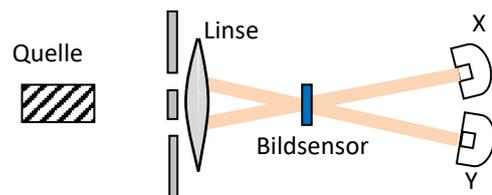
1. Delayed Choice am Doppelspalt mit Linse

Gegeben ist nebenstehende Variation des Doppelspalt-Experiments. Eine Linse sorgt dafür, dass Licht vom oberen Spalt nach unten abgelenkt wird und umgekehrt.



- Beschreiben Sie, welche Messergebnisse Sie an den Detektoren X und Y erwarten, wenn man das Experiment mit einzelnen Quantenobjekten durchführt.
- Person P stellt fest: „In dieser Anordnung geht das Quantenobjekt jedes Mal entweder durch den oberen oder durch den unteren Spalt.“ Beurteilen Sie, ob der Schluss zwingend notwendig ist. Verwenden Sie dabei die Stichwörter „unbestimmter Zustand“ und „Messung“ ein.

Nun wird das Experiment zu einem sogenannten Delayed-Choice-Experiment abgewandelt: Sobald das Quantenobjekt den Doppelspalt passiert hat, wird schnell ein Bildsensor eingefügt. Auf diesem werden die Detektionsorte für mehrere Quantenobjekte gesammelt.



- Erklären Sie, welches Messergebnis Sie in diesem Gedankenexperiment erwarten.
- Erläutern Sie, inwiefern dieses Experiment ein Delayed-Choice-Experiment ist.

Delayed Choice am Doppelspalt mit Linse

Lösungen

Aufgabe 1:

- a) Jedes Quantenobjekt wird entweder von Detektor X oder von Detektor Y nachgewiesen.
- b) Der Schluss ist nicht zwingend notwendig. Das Quantenobjekt könnte auch bis zu der Messung in einem unbestimmten Zustand bezüglich der beiden möglichen Wege sein. Erst durch die Messung wird dann ein bestimmtes Ergebnis herbei geführt.
- c) In diesem Gedankenexperiment gibt es für das Quantenobjekt stets zwei Möglichkeiten, um einen Ort auf dem Bildsensor zu erreichen. Diese zwei Möglichkeiten interferieren. Deshalb erwartet man auf dem Bildsensor ein Interferenzmuster.
- d) Bei einem Delayed-Choice-Experiment wird ein Quantenobjekt in ein Interferenzexperiment gebracht, in dem man am Quantenobjekt eine Messung durchführen kann, die zwischen den interferierenden Möglichkeiten unterscheiden kann. In diesem Fall ist dies der Doppelspalt mit Linse und den beiden Detektoren. Wenn man annimmt, dass das Quantenobjekt dann nur eine dieser Möglichkeiten realisiert, wird man vom Experiment widerlegt. Man entfernt schnell die Unterscheidung zwischen den Möglichkeiten (in diesem Fall durch Einbringen des Bildsensors) und gibt dem Quantenobjekt die Möglichkeit zu interferieren, was man dann auch beobachten kann.