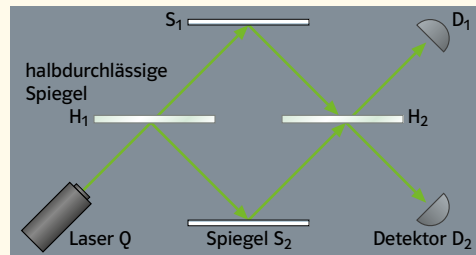
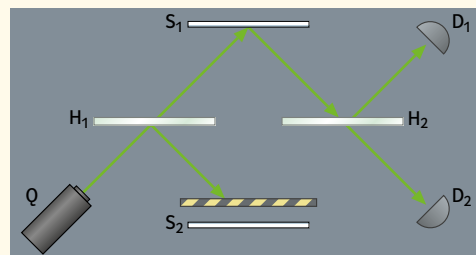


Ein Juwelendieb erfährt, dass äußerst wertvolle Diamanten im Tresor einer Großbank liegen, allerdings aus Sicherheitsgründen mit gleich aussehenden wertlosen Glassteinen zusammen. Nur der Besitzer weiß, wo die echten Steine liegen. Für andere sind die Diamanten nur mit Hilfe von Lichtstrahlen einer bestimmten Wellenlänge zu identifizieren, die sie absorbieren, während falsche Steine dieses Licht reflektieren. Allerdings trübt die Lichtabsorption die Edelsteine und macht sie wertlos, sodass sich ihr Diebstahl nicht lohnt. Zum Glück gibt es Quantenphysiker, die unserem Dieb ein handliches Gerät bauen, mit dem er zumindest einige der echten Steine identifizieren kann, ohne sie tatsächlich zu bestrahlen. Es handelt sich um ein „Mach-Zehnder-Interferometer“ aus einer Photonenquelle Q, zwei halbdurchlässigen Spiegeln H₁ und H₂, zwei Vollspiegeln S₁, S₂ und zwei Photonendetektoren D₁ und D₂. Die Quelle Q sendet nacheinander einzelne Photonen aus. Diese gelangen wegen H₁ auf S₁ oder S₂, von dort nach H₂ und dann entweder in D₁ oder nach D₂ (→ B1). Im Wellenbild wird die Lichtwelle durch H₁ in zwei Anteile aufgespalten, die in H₂ wieder vereinigt werden. Durch die Reflexion an den Spiegeln ergeben sich die Wege für die beiden Anteile genau so, dass am zweiten halbdurchlässigen Spiegel Interferenz auftritt: nur in D₁ wird Licht registriert, für den Weg nach D₂ löscht sich die Welle aus (→ B1). Verdeckt man den Spiegel S₂ (→ B2), ist keine Interferenz mehr möglich und D₁ und D₂ registrieren abwechselnd Photonen. Ersetzt man S₂ durch einen Diamanten, gibt es zwei Möglichkeiten: Wenn es sich um einen falschen handelt, der sich wie ein Spiegel verhält, tritt Interferenz auf und nur D₁ spricht an (→ B3). Befindet sich ein echter Stein an der Stelle von S₂, ist keine Interferenz mehr möglich (analog zu B2). Durchschnittlich wird nun jedes zweite Mal D₂ ansprechen und man muss den Diamanten schnell wegnehmen (→ B4). Spricht D₁ an, kann man nicht entscheiden, ob es sich um einen echten oder falschen handelt. So wird nur jeder zweite echte Diamant identifiziert. Allerdings nimmt die Hälfte der von Q emittierten Photonen den Weg über S₂ bzw. die Edelsteine und macht diese wertlos. Insgesamt wird also nur bei jedem vierten echten Stein – statistisch be-

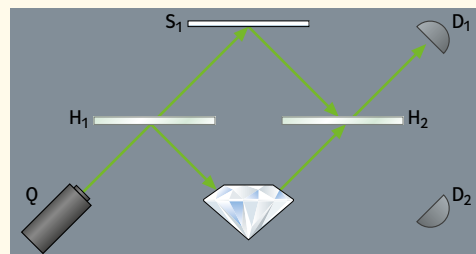
trachtet – D₂ ansprechen, zwei der Diamanten werden getrübt, einer wird nicht erkannt. Eine Ausbeute von 25% reicht dem Räuber völlig! (Tatsächlich ist es in der seltsamen Welt der Quantenobjekte möglich, ohne Wechselwirkung mit einem Objekt etwas über es zu erfahren. Dies widerspricht unserer Vernunft.)



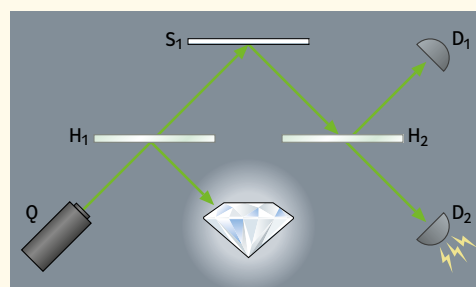
B1 Zwei ununterscheidbare Wege sind möglich: Interferenz.



B2 Nur der Weg über S1 ist frei: Keine Interferenz.



B3 Der falsche Diamant spiegelt: Jedes Photon interferiert.



B4 Die Hälfte der Photonen nimmt den Weg: Interferenz, der Diamant wird erkannt.