

## **Verlaufsplan und Lernzielübersicht 2. Doppelstunde**

### **Lernziele:**

Die SuS führen die Simulation am Strahlteiler mit Einzelphotonen durch und beschreiben ihre Beobachtungen (statistischer Charakter).

Die SuS führen die Simulation am MZI mit klassischem Licht und Einzelphotonen durch und erklären die auftretenden Phänomene mithilfe bekannter Modelle.

<b>Zeit/ Minuten</b>	<b>Phase</b>	<b>Sozialform/ Methode</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Medien</b>	<b>Bemerkungen</b>
6min (6min)	Wiederholung 1. DS	Think pair share	SuS sollen Zusammenfassung der letzten DS geben und die gegebenen Fachbegriffe sinnvoll integrieren. Zuerst alleine darüber Gedanken machen (2min), dann in Partnerarbeit besprechen (2min) und in Klasse vorstellen (2min)	PPP	Zurückerrinnern/rekapitulieren der letzten DS
7min (13min)	Experiment Strahlteiler Photon	PA	Strahlteiler mit Detektoren in Skizze einzeichnen lassen; Simulation durchführen und Beobachtung beschreiben	AB, Simulation	Betonung, dass Koinzidenzaufbau immer vorgeschaltet → wird im Folgenden nicht mehr explizit erwähnt
3min (16min)	Ergebnissicherung Strahlteiler Photon	UG	Vergleich der Beobachtung und Merksatz ausfüllen lassen	AB	Betonung der „neuen“ Physik, da wir Phänomene sehen, die mit der bisherigen Physik nicht beantwortet werden können
6min (23min)	Zusammenfassung Quantenphysik	LV	Einführen der „neuen“ Physik	PPP	

10min (33min)	Erarbeitung stat. Charakter	EA	Messung wird allein durchgeführt 20 mal	AB, Simulation	Statistischer Charakter Aufgabe 1
10min (43min)	Sicherung stat. Charakter	UG	Zusammentragen der Messwerte der gesamten Klasse und Fazit formulieren, Merksatz ausfüllen lassen	AB, PPP	Lehrperson sammelt vorne Ergebnisse der Einzelmessungen
10 min (53min)	Einführung Interferenz	GA	In 4er-Gruppen wir noch vorhandenes Wissen zur Interferenz gesammelt; anschließend kurz zusammengefasst in der Klasse	AB	Andere optische Experimente sollen mit Photonen probiert werden→Interferenz
5min (58min)	Einführung Interferometer	LV	Vorstellen des Interferometers, hier speziell des MZI	PPP	<p>Aber Hinweis, dass es auch andere Interferometer-Typen gibt</p> <p>Letzter Punkt der Info-Seite nicht ganz so relevant</p> <p>Hier gleiche Anordnung der Fotos→als Lehrperson direkte Verbindung ziehen (das ist Spiegel in real, das in Simulation, ...)</p> <p>Interferometer Aufgabe 1</p>

10min (68min)	Interferenz bei klassischem Licht	PA	Mithilfe von Simulation in Skizze Strahlengang des Lichts einzeichnen und Interferenzmuster skizzieren	AB, Simulation	Danach kurzer Vergleich  Interferometer Aufgabe 2
6min (74min)	Interferenz bei Einzelphotonen	PA	Simulation durchführen und Beobachtung beschreiben; Versuch einer Erklärung	AB, Simulation	Interferometer Aufgabe 3
5min (79min)	Ergebnissicherung Interferenz	UG	Merksatz selbstständig formulieren lassen und Eingehen auf Problematik des Begriffs „Weg“	AB, PPP	Betonung des aktiven Charakters des Messprozesses! (beide Begriffe aber nicht nennen)  Mögliche Formulierung: erst durch das Detektieren des Photons durch einen Klick am Detektor (der Messprozess) wird die eine oder die andere Möglichkeit realisiert
2min (81min)	Definition Superposition	LV	Betonung, dass Eigenschaft „Weg“ nicht existiert; bis zum Klicken eines Detektors Superposition beider Möglichkeiten	PPP	
8min (89min)	Übung Superposition	GA	Zuerst Analogie-Tabelle zur Eissorte mit eigenen Möglichkeiten füllen; dann Karikatur analysieren	AB	Bei Karikatur eventuell Tipp, dass sich die Karikatur auf die

					<p>Superposition von Möglichkeiten aus der Quantenphysik bezieht</p> <p>Eventuell: Klassischer 3-Schritt zur Analyse (ist den SuS aus Geschichte bekannt): Beschreibung, Deutung, Bewertung (muss aber nicht sein)</p> <p>Superposition Aufgabe 1 und 2</p> <p>Generell ist die 1. Aufgabe relevanter als die 2., dies kann als Erweiterung und erhöhtes Anforderungsniveau gesehen werden und kann bei Zeitknappheit weggelassen werden</p>
--	--	--	--	--	--

LV= Lehrervortrag; UG= Unterrichtsgespräch; GA= Gruppenarbeit; EA=Einzelarbeit PA=Partnerarbeit