

Verlaufsplan und Lernzielübersicht 1. Doppelstunde

Lernziele:

Die SuS erklären die Entstehung von Klicks bei der Detektion von Photonen an Lawinen-Dioden.

Die SuS erklären die Koinzidenzmethode und die Funktion der einzelnen Komponenten des Aufbaus.

Verlaufsplan

Zeit/ Minute n	Phase	Sozialform /Methode	Inhalt	Medien	Bemerkungen
7min (7min)	Begrüßung/Einführung	UG	Motivation über Zeitungsartikel, Zielsetzung der folgenden Stunden erklären mit Endziel eigene Verschlüsselung; Leitfrage 1 formulieren	PPP	Einstieg: heutige Verschlüsselungen in naher Zukunft nicht mehr sicher→darum Quantenkryptographie SuS sollen Artikel lesen und unbekannte Fachbegriffe nennen→neue Begriffe wie „Photon“, „Verschränkung“, „Polarisation“ tauchen auf in Artikeln→Photon vorläufig definieren/postulieren und damit Leitfrage 1 motivieren Sprechweise so: Wir wissen jetzt noch nichts über das Photon; ich kann aber sagen, dass Photonen Energieportionen sind. Diese werden wir im Folgenden näher untersuchen. Dafür müssen wir erstmal feststellen, wann ein Photon vorhanden ist, es also detektieren
13min (20min)	Erarbeitung Funktionsweise Detektoren	EA	Lawinenanalogie nachvollziehen mittels Video	AB, Video, PPP	Video vorspielen AB: Detektoren Aufgabe 1

2min (22min)	Ergebnissicherung Detektor	UG	Inhalte der Tabelle werden verglichen	PPP, AB	Ergebnissicherung mittels Vergleichs (s. Powerpoint) Hinweis, dass pro bestimmten Strom ein „Klick“ von Detektor→allerdings auch Klick, wenn kein Photon einfällt→nächste Aufgabe
7min (29min)	Ergebnissicherung Dunkelzählereignisse	PA	SuS fassen Informationen zu Dunkelzählereignissen zusammen	PPP	AB: Detektoren Aufgabe 2 Ergebnissicherung mittels Vergleich (s. PPP)
5min (34min)	Ergebnissicherung Merksatz	EA	SuS fassen gesammeltes Wissen zusammen	AB	Hier Gesamtsicherung; Leitfrage 1 ist beantwortet.
4min (38min)	Motivation parametrische Fluoreszenz	LV	Neues Thema motivieren	PPP	Doch Problematik der Dunkelzählereignisse→wie können wir sicher sein, dass 1 Klick= 1 Photon? → wir brauchen Methode dazu; Diese Frage ist Einstieg für parametrische Fluoreszenz →Leitfrage 2
15min (53min)	Erarbeitung parametrische Fluoreszenz	EA, PA	Erarbeitung der Methode aus Text und Zusammenfassen der wichtigsten Punkte in PA	Informationstext, AB	selbstgeschriebener Text AB: parametrische Fluoreszenz Aufgabe 1 Hier bei Bedarf Hilferklärung über E-Niveaus (s.

					Lehrkräftehandreichung)
5min (58min)	Ergebnissicherung parametrische Fluoreszenz	UG	kurzes Vorstellen am Ende durch ein Paar	AB	
5min (63min)	Erarbeitung Koinzidenzmethode- Aufgabe 1	PA	Analyse des Koinzidenzzettels und Diskussion in Paar über den Zusammenhang der Messreihe mit der parametrischen Fluoreszenz und wie das dem Ziel (Einzelphotonexperimente) helfen kann	AB	Ausgangsstellung: Wir haben die Messungen von 2 Detektoren, untersucht diese mithilfe der folgenden Aufgaben selbstständig. SuS sollen selbst den Zusammenhang erkennen. (Aufgabe 1)
2min (65min)	Vergleich Aufgabe 1	UG	SuS stellen ihre Beobachtungen vor, danach PPP	PPP	Vgl. bevor Aufgabe 2 gemacht wird, damit jeder diese machen kann. Koinzidenzen auf AB markieren lassen.
3min (68min)	Erarbeitung Koinzidenzmethode- Aufgabe 2	PA	SuS versuchen selbstständig auf Verbindung parametrische Fluoreszenz und Koinzidenzzettel zu kommen	AB	Bei parametrischer Fluoreszenz werden 2 Photonen ausgesendet, hier auf Zettel haben wir teilweise genau zwei Klicks gleichzeitig
2min	Vergleich Aufgabe 2	UG	SuS stellen ihre Beobachtungen		

(70min)			vor, danach PPP		
8min (78min)	Ergebnissicherung Koinzidenzmethode	EA	Lückentext und Merksatz vervollständigen lassen	AB	<p>SuS sollen das Wissen selbstständig rekapitulieren und Fazit formulieren; danach Vergleich und Hinweis, dass dieser Aufbau vor jedem Experiment geschaltet ist (wichtig für 2.DS)</p> <p>Leitfrage 2 wird damit beantwortet</p> <p>Hinweis, dass Koinzidenzaufbau immer vor Experimente geschaltet ist, aber nicht explizit immer mitbetrachtet wird</p> <p>Vertiefend: Koinzidenzfenster (s. Lehrkräftehandreichung)</p>
5min (83min)	Erarbeitung Strahlteiler	LV	Leitfrage 3 formulieren; Theorieteil Strahlteiler kurz vorstellen mit Realobjekt	PPP, Realobjekt	<p>Bis jetzt: Photon untersucht und verstanden; jetzt wird dieses neue Quantenobjekt untersucht→Leitfrage 3</p> <p>Realobjekt in Demonstration einbeziehen</p> <p>Strahlteiler Aufgabe 1</p>
5min (88min)	Experiment Strahlteiler klassisches Licht	PA	Simulation mit klassischem Licht durchführen und Strahlengang einzeichnen+ Lückentext ausfüllen	Simulation , AB	

2min (90min)	Ergebnissicherung Strahlteiler klassisches Licht	UG	Kurzer Vergleich	PPP	Strahlteiler Aufgabe 1 Experiment mit Realobjekt zeigen
	Ergebnissicherung (bei Bedarf)	UG; LV	Zusammenfassen von bisher gelerntem durch Fragen der Lehrperson	PPP	Als Puffer; die Sachen sind aus der Stunde bekannt und können bei Zeitknappheit auch weggelassen werden

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