

Diagnostizieren und beurteilen – inhaltlich: Wellen und Interferenz

Modulsitzung am 4.2.2026

Fragen vom Modul QP

Warum Lampe in DS Simulation rot

- Bei dem DS kann mit der roten Lampe die Position des Elektrons nicht aufgelöst werden, man sieht ein Interferenzmuster (hier Spaltbreite etwa so breit wie Wellenlänge rotes Licht)
- → keine Welcher-Weg Information
- Hat das Licht eine kleinere Wellenlänge, kann die Position des Elektrons im Spalt festgestellt werden, Interferenz- und Beugungsmuster verschwinden → ausprobieren mit blauer Lampe

Phasensprung bei Reflektion am Strahlteiler

Strahlteilerwürfel: $\frac{\pi}{2}$

(zwei Prismen mit Luftspalt in der Mitte)

Phasensprung bei Reflexion am Plättchen: π

Ab Sommer 2026

- Selbstlernkurse

➔ Welche Themen interessieren euch, welche braucht ihr?

Warm-up – One Minute Paper

**„Schulnoten? Weg damit!“
(Spiegel online, 2017)**

Formuliere Aspekte, die wir als Lehrkraft im Physikunterricht beurteilen. Gehe dabei auf die Besonderheiten des Fachs ein und beschreibe, auf welche Weise die Beurteilung im PU stattfindet. (5‘)

Warm-up – Ergebnisse

Grundlage von Leistungsbeurteilung

Unterrichtsstörungen

Tests

Experimentierfähigkeit

Umgang mit dem WTR

Schriftliche
Leistungskontrollen

Anzahl der Meldungen

Hausaufgaben

Dokumentation von
Arbeitsergebnissen

Leistungsbewertung ist eine sehr verantwortungsvolle und komplexe Aufgabe!

Wie gelingt uns als Lehrkräften eine kompetenzorientierte Beurteilung?

Leistungen und ihre Bewertung

Leistungsbewertung wird verstanden als **Beurteilung** und **Dokumentation** der **individuellen Lernentwicklung** und des jeweils erreichten Leistungsstandes. Sie berücksichtigt sowohl die **Ergebnisse** als auch die **Prozesse** schulischen Lernens und Arbeitens.

(Schulinternes Fachcurriculum RHS, 2025)

Unterrichtsbeiträge

Unterrichtsbeiträge umfassen alle **Leistungen**, die sich auf die **Mitarbeit** und **Mitgestaltung** im Unterricht und im unterrichtlichen Kontext beziehen. Im Laufe der Jahrgänge verändert sich die Gewichtung der verschiedenen Aspekte der Unterrichtsbeiträge.

(Schulinternes Fachcurriculum RHS, 2025)

Gewichtung von Unterrichtsbeiträgen

(Schulinternes Fachcurriculum RHS, 2025)

	Klassen 7/8	Klassen 9/10	Oberstufe
Beiträge im Unterrichtsgespräch	XX	XX	XX
Beiträge im Gruppengespräch	X	XX	XXX
Erledigung von Einzel- und Gruppenaufgaben	XXX	XXX	XXX
Ergebnispräsentationen	XX	XX	XX
Eigenständige Auswertung von Experimenten	X	XX	XXX
Eigenständiges Experimentieren	XX	XX	XX
Referate	X	XX	XX
Ggf. Tests (max. 20 min)	XX	X	XX
Heftführung	XX	X	
Hausaufgaben	XX	XX	XX

Leistungsmessung: Summative und formative Einschätzung

Summativ (→ Prüfung)	Formativ (→ Lerndiagnose)
Ziel Bewertung der individuell erreichten Leistungen eines einzelnen Schülers → Vergabe von Noten	Ziel: die Qualität des Lernens, aber auch des Lehrens soll durch Feedback verbessert werden Beispiel: Befragung von SuS, Deuten von Körpersprache und Unterrichtsklima, Assessmentmethoden
Bsp.: Quiz, Test, Klassenarbeiten, Hausaufgaben, etc.	Bsp.: Fragen stellen, den SuS gut zuhören, Beobachtung der Körpersprache Classroom Assessment Techniken

Wichtig: Effektive Bewertung beginnt mit klaren Zielen

Formative und summative Bewertungen Lern- und Leistungsdiagnosen (Stern, 2010)

SUMMATIVE BEWERTUNG LEISTUNGSDIAGNOSE

Am Ende der Lernphase
Ergebnisorientiert
Endgültig
Neutral
Fehler unerwünscht
Z.B. verbunden mit Berechtigung

Fehldiagnose ("False alarm"):
Negative Beurteilung trotz guter
Kenntnisse:
Lebenschancen werden verbaut.

FORMATIVE BEWERTUNG LERNDIAGNOSE

Während der Lernphase
Prozessorientiert
Möglichkeiten zum Nachbessern
Anerkennend, anspornend
Fehler willkommen
Z.B. verbunden mit Förderangebot

Fehldiagnose ("Missing"):
Leistungsschwäche bleibt unerkannt:
Lernförderung unterbleibt.

Grundlagen der summativen Leistungsbewertung

Rechtliche Grundlagen

- Bildungsstandards Physik (BS, bundesweit)
- Fachanforderungen (S-H)
- Regelungen für die Abiturprüfung (Erlass S-H)
- Schulgesetz, Erlasse (Leistungsbewertung, Klassenarbeit,...)
- Schulinterne und fachschaftsinterne Vereinbarungen



Standardhilfsmittel:

- Klausuren, Tests (Abiturklausur (s.u.))
- Kompetenzraster, Diagnosebögen (Download im Moodle Ordner)
- Besonderheit in Physik: experimentelle Kompetenz beurteilen



Fachanforderungen, Leistungsbewertung Sek. I und II

Unterrichtsgespräch

- Teilnahme am Unterrichtsgespräch mit konstruktiven Beiträgen
- Formulierung von Problemstellungen und Hypothesen
- Verwendung von Fachsprache und Modellen

Aufgaben und Experiment

- Formulierung von Problemstellungen und Hypothesen
- Organisation, Bearbeitung und Durchführung
- Formulierung von Vorgehensweisen, Beobachtungen, Ergebnissen
- Ziehen von Schlussfolgerungen und Ableiten von Regeln

Fachanforderungen, Leistungsbewertung Sek. I und II

Dokumentation

- Zusammenstellung von Materialsammlungen
- Verwendung von Fachsprache und Modellen
- den Anforderungen des Unterrichts entsprechende Heftführung
- geeignete Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Erstellen von Lerntagebüchern und Portfolios

Präsentation

- mündliche und schriftliche Darstellung von Arbeitsergebnissen
- Kurzvorträge und Referate
- Verwendung von Fachsprache und Modellen
- Präsentation von Wettbewerbsbeiträgen

Schriftliche Überprüfungen Sek. I und II

Schriftliche Leistungsüberprüfungen bis maximal 20 Minuten (Tests) sind als Unterrichtsbeiträge zu berücksichtigen.

Klassenarbeiten: Berücksichtigung der inhaltsbezogenen Kompetenzen und prozessbezogenen Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden, Kommunikation, Bewertung und Reflexion)

Aufbau Klassenarbeiten

- in der Regel zwei unabhängig voneinander bearbeitbare Aufgaben
- unabhängige, aber nicht beziehungslose Teilaufgaben
- Angabe von Zwischenergebnissen möglich
- Verwendung von Operatoren

Beispielaufgaben:

- Schüler- oder Lehrerexperiment
- Auswertung vorgelegten Materials
- theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf bisher nicht behandelte Problemstellung.

Korrektur und Rückgabe

Ergänzung: Klassenarbeit auf erhöhtem Anforderungsniveau soll sich auf mehrere zentrale Konzepte (Felder, Wellen, Quanten) beziehen.

Korrekturtipps:

- Lernfördernde Korrekturhinweise geben
- Auf Ansätze, Kommentare und Erläuterungen achten, auch auf dem Schmierpapier
- Fachliche Fehler, Fehlerhafte Fachsprache und Zeichnungen korrigieren

Multiple Choice Aufgaben

Meinungsbild
OP.SH



<https://opsh.lernnetz.de/mkmd5t9od810>

Modul1

Multiple Choice Aufgaben im Unterricht (Mie, 2002)

Positiv

- beanspruchen wenig Zeit
- ermöglichen, den aktuellen Wissensstand abzufragen
- ziehen alle SuS mit ein
- ermöglichen die Aufdeckung von Schülerfehlvorstellungen

Negativ

- raten kann erfolgreich sein
- sinnvoll als Einschätzungstechnik an sich, nicht aber in Klassenarbeiten
- wichtig: richtig gewählte Alternativantworten

Aufgabe (45' inklusive kurze Pause)

- Lest den Text „ Multiple-Choice-Aufgaben im Unterricht“ von Klaus Mie. Arbeitet heraus, welche Funktionen MC Aufgaben in den verschiedenen Unterrichtsphasen haben können.
- Benennt die Kriterien für gute MC Aufgaben.
- Entwickelt für das Themengebiet Wellen drei bis fünf MC Aufgaben unter Berücksichtigung verschiedener Unterrichtsphasen.

Aufgabe

- Lest den Text „ Multiple-Choice-Aufgaben im Unterricht“ von Klaus Mie. Arbeitet heraus, welche Funktion MC Aufgaben in den verschiedenen Unterrichtsphasen haben kann.
- Benennt die Kriterien für gute MC Aufgaben.
- Entwickelt für das Themengebiet Wellen drei bis fünf MC Aufgaben unter Berücksichtigung verschiedener Unterrichtsphasen.

Präsentation MC Aufgaben

MC Aufgaben

“Hinter einer guten Aufgabe steht eine gute Idee”

Einsatzbeispiel:

Ermittlung typischer Denkfehler der SuS

Hauptproblem

- Auffinden geeigneter Alternativantworten (Distraktoren)
- Sie müssen so aufgestellt sein, dass alle Antworten mit gleicher Wahrscheinlichkeit für uninformierte SuS gleich wahrscheinlich sind

Mie, K. (2002): Multiple Choice Aufgaben. In: Unterricht Physik, 67, S. 8-11

Klausuren, Klassenarbeiten

Sekundarstufe I:

Seit dem Schuljahr 2025/2026: 1 Klassenarbeit in Physik in der Mittelstufe, Fachkonferenz der Schule legt fest, in welchem Jahrgang

Note	1	2	3	4	5	6
Anteil erreichter Punkte	$\geq 90\%$	$\geq 80\%$	$\geq 65\%$	$\geq 50\%$	$\geq 25\%$	$< 25\%$

Klausuren, Klassenarbeiten

Sekundarstufe II Klausuren: Anzahl und Dauer werden per Erlass geregelt, Unterscheidung in gA und eA.

eA: Aufgaben im Verlaufe der Oberstufe sukzessive an das Abiturniveau anheben

Bewertungsschlüssel Sek. II: in der Regel Abitur Benotungsraster

Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8
Anteil erreichter Punkte	≥ 95%	≥ 90%	≥ 85%	≥ 80%	≥ 75%	≥ 70%	≥ 65%	≥ 60%
Punkte	7	6	5	4	3	2	1	0
Anteil erreichter Punkte	≥ 55%	≥ 50%	≥ 45%	≥ 40%	≥ 33%	≥ 26%	≥ 19%	< 19 %

Tests

- Teil der Unterrichtsbeiträge und keine schriftlichen Leistungen (Klassenarbeiten)
- gehen in die Bewertung der Unterrichtsbeiträge ein
- in der Regel zwei bis vier Test pro Schuljahr
- dienen zur Wiederholung eines Themengebiets
- im der Regel Benotung über Bewertungsschlüssel:

Note	1	2	3	4	5	6
Anteil erreichter Punkte	≥ 90%	≥ 80%	≥ 65%	≥ 50%	≥ 25%	< 25%

Experimente in Leistungskontrollen

Experimente in schriftlicher Leistungsüberprüfung

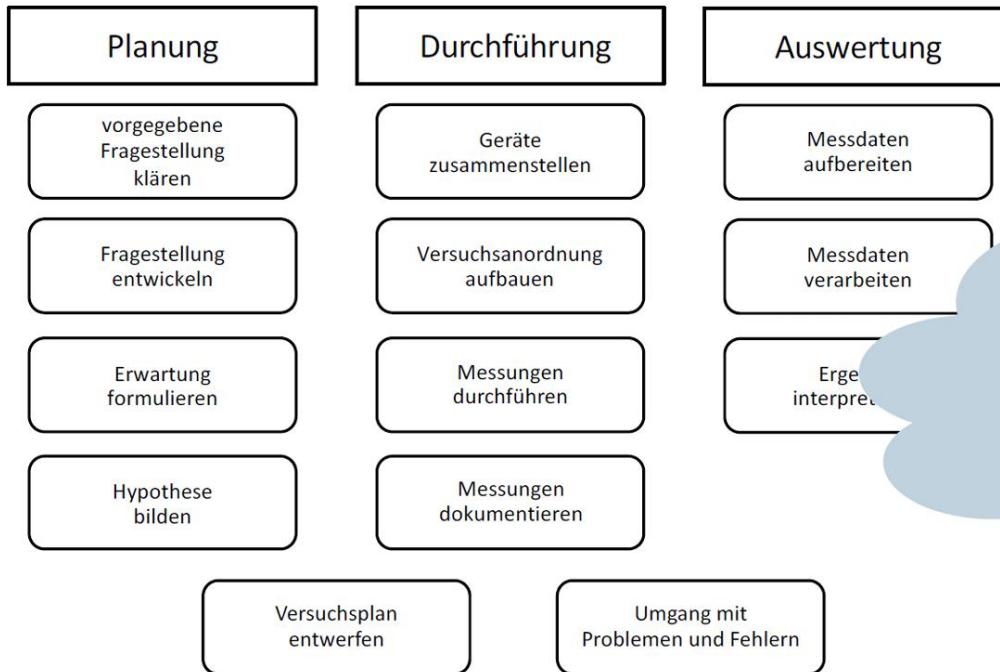
Grundsätzlich: Drei Arten von Experimenten

1. Demonstrationsexperiment
2. Experiment in Einzelarbeit
3. Schülergruppenexperiment

Arten von Experimenten

- Experimente rein qualitativ oder mit Messungen
- Experimente nach Anleitung oder offene Aufgaben
→ selbstständiges Experimentieren
- Experimente, die Thema vertiefen
- Bekanntes auf neuen Sachverhalt übertragen

Think



Auf welche Aspekte würden Sie bei der Bewertung der Durchführung in Experimentiersituationen achten?



eXkomp-Modell (Schreiber et al. 2009)

Aufgabe (**Think**, Pair, Share, 20')

- Beurteile, ob es sinnvoll ist, den Lernerfolg von SuS anhand von Experimenten zu bewerten. Beziehe in deine Überlegungen mit ein, welche Ziele der PU hat.
- Beschreibe, welche Vor- bzw. Nachteile von experimentellen Leistungsüberprüfungen du siehst.
- Würdet ihr in eurem Unterricht Experimente zur Lernerfolgskontrolle nutzen?

Präsentation

Didaktische Erkenntnisse zur Eignung von Experimenten zur Lernerfolgskontrolle

- Bewertung als großes Problem bei Lernerfolgskontrollen von Experimenten; meist nur Bewertung des Protokolls
- Eher wenig: Einzelbewertung, da Lehrer mit technischen Problemen beschäftigt ist
- Öfter: Demonstrationsexperimente durch Lehrer
- Häufiger: einzelne Gruppen werden vom Lehrer intensiver beobachtet und ihre Ergebnisse als Gruppennote bewertet
→ wird bei Physiknote berücksichtigt
- Kaum Erfahrungsberichte zu Lernerfolgskontrollen

Nachteile von Experimentiertests

- Unzureichendes Experimentiermaterial
- Fehlen geeigneter Experimente
- Ungenügend praktische Erfahrung
- Erhöhter Zeitbedarf
- Fehlende Bewertungskriterien
- Lehrbücher geben wenig Hilfe zum Thema
- Lernerfolgsmessung unterliegt strengen Maßstäben der Objektivität → keine zuverlässige Beurteilung beim Experimentieren möglich

Demonstrationsexperiment

Vorteile:

- Geringer Zeitbedarf
- Sicherer Aufbau und Durchführung
- Vertraute Art
- Bewertung gut möglich

Nachteile:

- SuS arbeiten nicht praktisch
- Schwierigkeiten beim Ablesen von Geräten
- Schwerpunkt im Beobachten und nicht im selbst Experimentieren

Fazit: → sicheres Experimentieren, wenig Aufwand, wenig Geräte, keine Erfahrungen der SuS mit Geräten

Schülerleistung beim Demonstrationsexperiment

- Beobachten, Aufzeichnen, Ablauf beschreiben, Ergebnisse, Erklärungen
 - Messwerte notieren und grafisch darstellen
 - Vom Lehrer absichtlich eingebauten Fehler herausfinden (z.B. im Versuchsaufbau)
- viel Schülerleistung möglich
- wenig Vorteile gegenüber konventionellen Physiktest

Experiment in Einzelarbeit

Vorteile:

- Jede/r muss alle Teile des Experiments bearbeiten
- Durchführung zu verschiedenen Zeiten möglich
- Auswahl mehrerer Experimente

Nachteile:

- Sehr hoher Zeitbedarf
- Sehr großer Bedarf an leicht beschaffbaren Geräten
- Einzelarbeit muss „trainiert“ werden
- Bei Fehlern: keine Lösung

Fazit: → beste Möglichkeit zur Beurteilung experimenteller Schülerleistung

Vorgehen: Lernerfolgskontrolle im Einzelexperiment

- Verhältnis vom experimentellen Teil zum Gesamttest überlegen
- Genaue Beobachtung des Schülers
- Bei Fehlern: Hinweis geben ohne Punktabzug
- Erst wenn Schüler konkrete Hilfe braucht → Punktabzug
- Schriftliche „Rettungsanker“ anbieten

Schülergruppenexperiment

- Vorteile:
- Eigentätigkeit der SuS
- Soziale Lernziele für Bewertung
- Auswahl mehrerer Experimente (Stationen)
- Nachteile:
- Hoher Zeitbedarf
- Hoher Geräteaufwand
- Bei Fehlern in Aufbau und Durchführung keine Lösung möglich

Fazit:

- schwieriger zu bewerten als Experimentiertests in Einzelarbeit
- Wiederholungen der Messungen sinnvoll

Kriterien für die Eignung von Experimenten zur Lernerfolgskontrolle

- Möglichst interessantes Experiment
- Der Weg zur Bearbeitung der experimentellen Aufgabe muss gut kontrollierbar sein.
- Die Lehrkraft sollte Messung vorher selbst ausführen

Die Lehrkraft verfügt über Kenntnis über

- Anforderungen an das Experiment; z.B. Geräte/Bauteile
- Physikalische Inhalte und Gesetzmäßigkeiten, die mit dem Experiment untersucht werden können
- Aufbau, Durchführung und Bewertung

W-Fragen operationalisieren!

- Wie groß ist die Elektronenmasse?

(AbleSEN aus Formelsammlung oder Taschenrechner legitim?)

- Bestimme, wie groß die Elektronenmasse ist.

(verkappte W-Frage)

- Bestimme die Elektronenmasse. (Mit der Küchenwaage? Oder berechnen?)

Gelungene Beispiele:

- Berechne die Elektronenmasse. (Alle anderen Größen einer Formel sind gegeben.)
- Bestimme experimentell die Elektronenmasse. (Durchführung eines Experimentes mit dem Fadenstrahlrohr)
- Bestimme die Elektronenmasse aus den Messwerten zum Fadenstrahlrohr. (keine Durchführung, nur Auswertung von Messdaten)

Checkliste schriftliche Leistungsbewertung

1. ...Vorbereitung der Klassenarbeit:

- Terminfindung:
 - Entzerrung für die Lernenden
 - Reihenplanung heranziehen (Welche Kompetenzen sollen geprüft werden?, Vielfalt der Kompetenzen)
 - Rechtzeitig eintragen und ankündigen
- Im angemessenen Zeitraum vor der Arbeit:
 - Wiederholung einplanen (Reihenplanung!)
 - Inhalte festlegen und mitteilen!
 - Checkliste
 - Transparenzpapier

2. Konzeption der Klassenarbeit

Checkliste schriftliche Leistungsbewertung

2. ... der Durchführung der Klassenarbeit

- Raum reservieren → Nachteilsausgleich berücksichtigen
- Trennwände?
- Hilfsmittel ansagen und kontrollieren (WTR gegbf. auf Fensterbank)
- Einlesezeit und Fragen klären.
- Zeitliches Ende anschreiben.
- In den letzten 10min Zeit ansagen.

3. ... der Auswertung (Korrektur und Notenvergabe)

4.... Rückgabe der Klassenarbeit

Stu fe	Bindung an das Unterrichtsthema	Schwierigkeitsgrad des experimentellen Aufbaus	Komplexität der Aufgabe
1	Wiederholendes Experimentieren Beispiel: Bestimmung der Federkonstanten einer Schraubenfeder	Bekannter Versuchsaufbau mit genauer Anleitung Beispiel: Bestimmung der Dichte verschiedener Holzkörper	Experiment mit linearer Struktur Beispiel: Die Stromstärke für ein, zwei, drei...gleiche, in Reihe geschaltete Widerstände bestimmen
2	Weiterführendes/ Vertiefendes Experimentieren Beispiel: Im Unterricht R metallischer Leiter bestimmt worden, im Test R einer Glühlampe im heißen und kalten Zustand messen	Geführtes Experimentieren Beispiel: Es soll geprüft werden, ob ein Eisendraht dem ohmschen Gesetz gehorcht	Experiment mit verzweigter Struktur Beispiel: Untersuchung des Auftriebs bei einem ganz in Wasser eintauchenden Körper. Außer dem Volumen könnte auch die Masse den Auftrieb beeinflussen
3	Themenunabhängiges Experimentieren Beispiel: Wie schnell bewegt sich Luftblase in mit Wasser gefüllten Rohr bei verschiedenen Neigungswinkeln?	Selbstständiges Experimentieren Beispiel: Stelle fest, mit welcher Winkelgenauigkeit eine vorgegebene Wasserwaage arbeitet	Experiment mit komplexer Struktur Beispiel: Ermittle die Werte der Heizwiderstände und Leistungsstufen einer Kochplatte mit 7-Takt-Schaltung

Faustregeln

Klassenarbeit/Klausur

Umfang und Zeitbedarf:

- Eine Klassenarbeit muss so angelegt sein, dass alle Lernenden sich mit allein Aufgaben befassen können.
- Erstellen Sie einen ausführlichen Erwartungshorizont der Arbeit und stoppen Sie die benötigte Zeit: Der Zeitbedarf der Lernenden beträgt das 3-5-fache!

Formulierung der Aufgaben

- eindeutig und fachsprachlich richtig
- altersangemessen
- Operatoren verwenden
- Aufgabenteile sollten voneinander unabhängig sein.
 - Ggf. Zwischenlösungen angeben

Faustregeln

Klassenarbeit/Klausur

Auswahl der Aufgaben

- Aufgabenformate/-formulierungen sollten aus dem Unterricht bekannt sein
- Aufgaben streuen über ein Schwierigkeits- und Fähigkeitsspektrum
 - Orientierung bei der Auswahl an den Anforderungsbereichen
 - Sek I: AFB1: 40%, AFB2: 50% und AFB3: 10%
 - Sek II: AFB1: 30% - 40%, AFB2: 50% und AFB3: 10%-20%
- Ordnung der Aufgaben nach dem Schwierigkeitsgrad
- Aufgaben beziehen sich auf abgegrenzte Kompetenzen und Teilfähigkeiten
- Aufgaben unterscheiden sich hinsichtlich des Aufgabentyps

Äußere Form

- Übersichtlich und strukturiert
- Entspricht den Regeln der Rechtschreibung
- Abbildungen können klar zugeordnet werden (Nummerierung mit Textverweis)

Aufgabe (GA 60' plus 30' Mittagspause)

Nehmt euch die Datei

GA Konzeptionsbeispiel Klausur

und überarbeitet die Aufgabenstellung. Ihr dürft auch Teile ergänzen oder löschen.

Besprechung GA



Abiturprüfung Physik

Die EPA (Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik, Beschluss der KMK vom 11.12.1989 und 5.2.2004) wurden 2025 durch die Bildungsstandards Abiturprüfung 2025 abgelöst

Schriftliche Abiturprüfung (Fachanforderungen)

Zentrum: Überprüfung des physikalischen Verständnisses.

Ab 2025: zentrale Abiturprüfungen in den drei NwN (materialgebundene Aufgaben (Erläuterung, Auswertung, Kommentierung, Interpretation ...))

Ab 2027: plus fachpraktische Aufgaben in Physik (mindestens 1 Schülerexperiment)

Prüfungsaufgabe

- zwei der drei zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten.
- Besteht aus unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben mit gleichem Zeitumfang (Angabe von Zwischenergebnissen möglich)
- inhaltsbezogenen Kompetenzen unter angemessener Berücksichtigung der prozessbezogenen Kompetenzbereiche
- drei Anforderungsbereiche
- Operatoren (➔ Fachanforderungen)
- Vier Aufgaben, von denen der Prüfling drei auswählt und bearbeitet.

Kompetenzbereiche bilden zusammen die Fachkompetenz Physik

Sachkompetenz

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Kommunikationskompetenz

Bewertungskompetenz

Anforderungsbereiche

I

Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang
Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren
→ Wiederholung aus Unterricht

II

Selbständiges Auswählen anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
→ Größter Teil der zu erbringenden Prüfungsleistung

III

Verarbeiten komplexer Sachverhalte selbständige Lösungen, SuS wählen selbständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren aus
→ Neue, unbekannte Sachverhalte
→ Kleinster Teil der zu erbringenden Leistung

Hilfsmittel

- Formelblatt IQB
- Operatorenliste
- WTR, nicht programmierbar
- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung

➔ Formelblatt und WTR im Unterricht nutzen

Erinnerung Basiskonzepte

Erhaltung und Gleichgewicht

- Bilanzen
- Gleichgewichte
- Erhaltungssätze

Superposition und Komponenten

- Superposition
- Komponentenzerlegung

Mathematisieren und Vorhersagen

- Mathematische Beschreibung (Erkenntnisse und Vorhersagen)
- Gleichungen und Funktionen
- Ableitung, Integration

Zufall und Determiniertheit

- Beschreibung von Phänomenen durch Gesetzmäßigkeiten
- Ausgleichsgeraden
- Messunsicherheiten
- Statistische Verteilung

Kompetenzbereiche bilden zusammen die Fachkompetenz Physik

Sachkompetenz

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Kommunikationskompetenz

Bewertungskompetenz

Anforderungsbereiche

I

einfache Sachverhalte wiedergeben

einfache Fachmethoden beschreiben und nutzen

einfache Sachverhalte in vorgegebenen Formen darstellen

einfache Bezüge angeben

II

Sachverhalte eines abgegrenzten Gebietes anwenden

Fachmethoden anwenden

Kommunikationsformen situationsgerecht auswählen und einsetzen

einfache Bezüge herstellen und Bewertungsansätzen wiedergeben

III

Wissen problembezogen erarbeiten, einordnen, nutzen und werten

Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden

Kommunikationsformen situationsgerecht anwenden von

Bezüge herstellen und Sachverhalte bewerten

Abitur Beispiel

Profilfach Physik

Thema: Wellen - Reduzierung von Schall durch Schall

Aufgabe 1: Reduzierung von Schall durch Schall

Die Geschwister Tim und Erik haben geräuschunterdrückende (Active-Noise-Cancelling) Kopfhörer geschenkt bekommen. Sie vermuten, dass die Geräuschunterdrückung der Kopfhörer auf eine Auslöschung bestimmter Schallwellen durch Interferenz zurückzuführen ist. Ihrer Vermutung wollen sie nachgehen und stellen den Aufbau der Kopfhörer in einem großen Wohnzimmer nach.

- a) Der Aufbau von Tim und Erik ist in Material 1 in Abbildung 1 zu sehen. Sie stellen zwei Lautsprecher gegenüber einem Sofa auf. In Material 1 in Abbildung 2 sind die Schallwellen beider Lautsprecher dargestellt.
 - a1) Beschreiben Sie die akustische Wahrnehmung von Tim, wenn er sich von links nach rechts entlang der Sofa-Linie bewegt. Mit einem Ohr ist er den Lautsprechern zugewandt, das andere Ohr hält er zu. (2 BE)
 - a2) Berechnen Sie mit den Informationen aus Material 1 die Wellenlänge λ des Tones und markieren Sie in Abbildung 2 eine Strecke, welche die Wellenlänge repräsentiert.

[Kontrollwert: $\lambda \approx 3,5 \text{ m}$]

(4 BE)

Abitur Beispiel

b) In Material 1 in Abbildung 2 zeigt Punkt P einen Ort minimaler Lautstärke.

b1) Erklären Sie unter Bezugnahme auf Material 1, Abbildung 2, das Zustandekommen von Orten minimaler Lautstärke.

Zeichnen Sie in Abbildung 2 eine Linie mit Orten minimaler Lautstärke durch P.

(4 BE)

b2) Beschreiben Sie die Änderungen im Interferenzbild in Material 1, Abbildung 2, wenn die beiden Lautsprecher die Schallwellen gegenphasig aussenden würden, sich also die Lautsprechermembranen zu jedem Zeitpunkt genau gegenläufig bewegen würden.

(3 BE)

Material 1: Experimenteller Aufbau

Zwei als punktförmig angenommene Lautsprecher L_1 und L_2 sind gegenüber von einem Sofa in einem großen Wohnzimmer aufgestellt. Das Sofa ist mittig zwischen den Lautsprechern positioniert und ist 2,0 m lang. Es werden die Interferenzphänomene betrachtet, die in einer Ebene stattfinden, in der auch die Lautsprecher liegen. Diese Ebene ist hier die Zeichenebene. Die Lautsprecher haben einen Abstand von 4,0 m zueinander. Sie erzeugen jeweils einen (sinusförmigen) Ton mit der konstanten Frequenz $f = 98 \text{ Hz}$ und haben die gleiche Lautstärke.

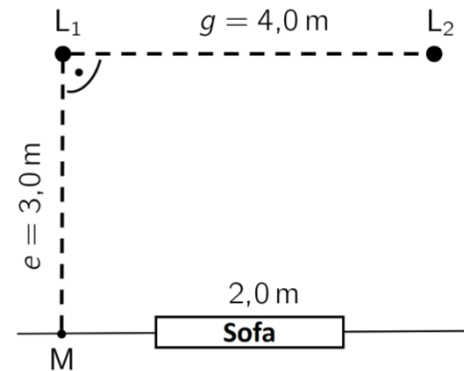
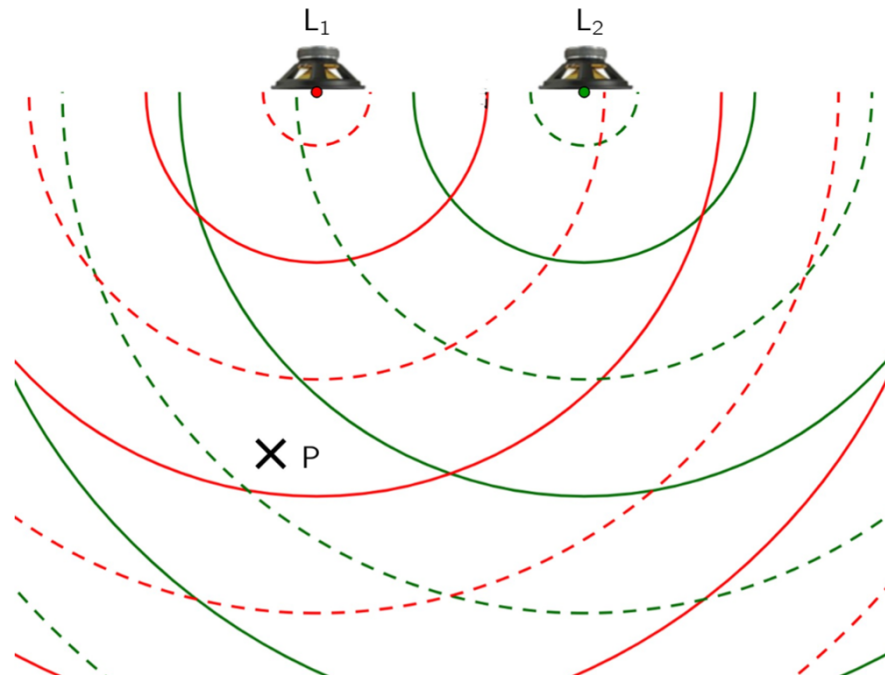


Abbildung 1: Aufbau mit Lautsprechern und Sofa (von oben)

In der Abbildung 2 ist ein Teil der sich in der Zeichenebene ausbreitenden Schallwellen zu einem festen Zeitpunkt dargestellt. Die durchgezogenen Kreise stellen „Wellenberge“ der Schallwellen dar, die gestrichelten Kreise stellen „Wellentäler“ dar. Die Zeichnung ist nicht maßstabgetreu.



Abitur Beispiel

Material 2: Interferenz von Licht am Doppelspalt

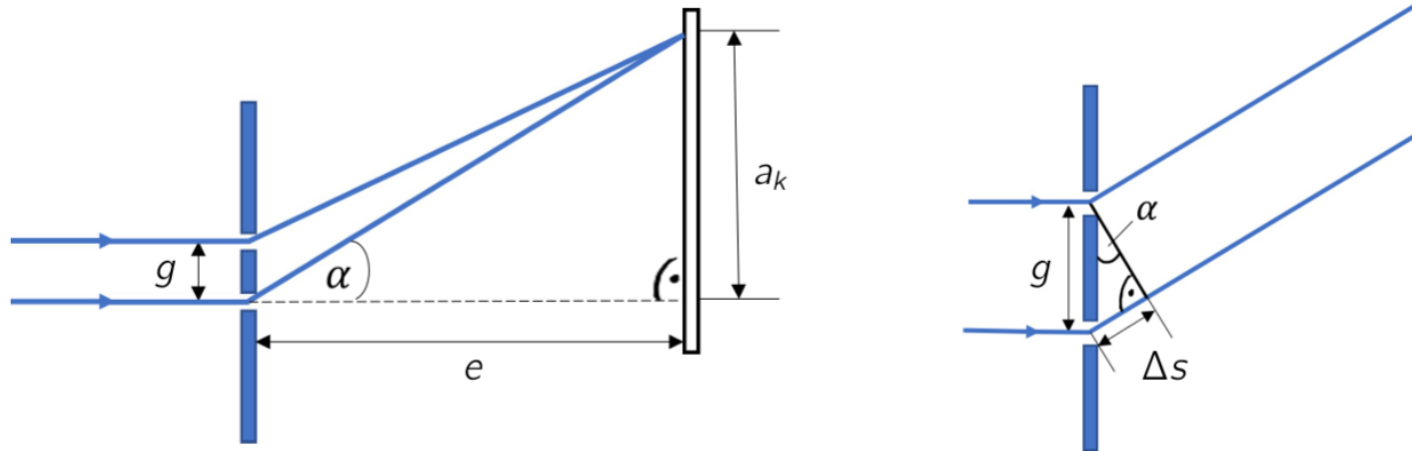


Abbildung 3: Versuchsskizzen zum Doppelspalt (nicht maßstabsgetreu)

Material 3: Active-Noise-Cancelling

Die aktive Geräuschunterdrückung (Active-Noise-Cancelling, kurz ANC) basiert auf dem Prinzip der destruktiven Interferenz von Schallwellen. Durch Mikrofone werden die Schallwellen eines Geräusches aufgenommen, invertiert und als Gegenschall wieder ausgesandt. Das Gegenschallsignal besitzt die gleiche Amplitude und Frequenz, ist jedoch um 180° phasenverschoben. Die Schallwellen des ursprünglichen Geräusches überlagern sich mit dem Gegenschall so, dass die resultierende Lautstärke (Amplitude) möglichst minimiert wird.

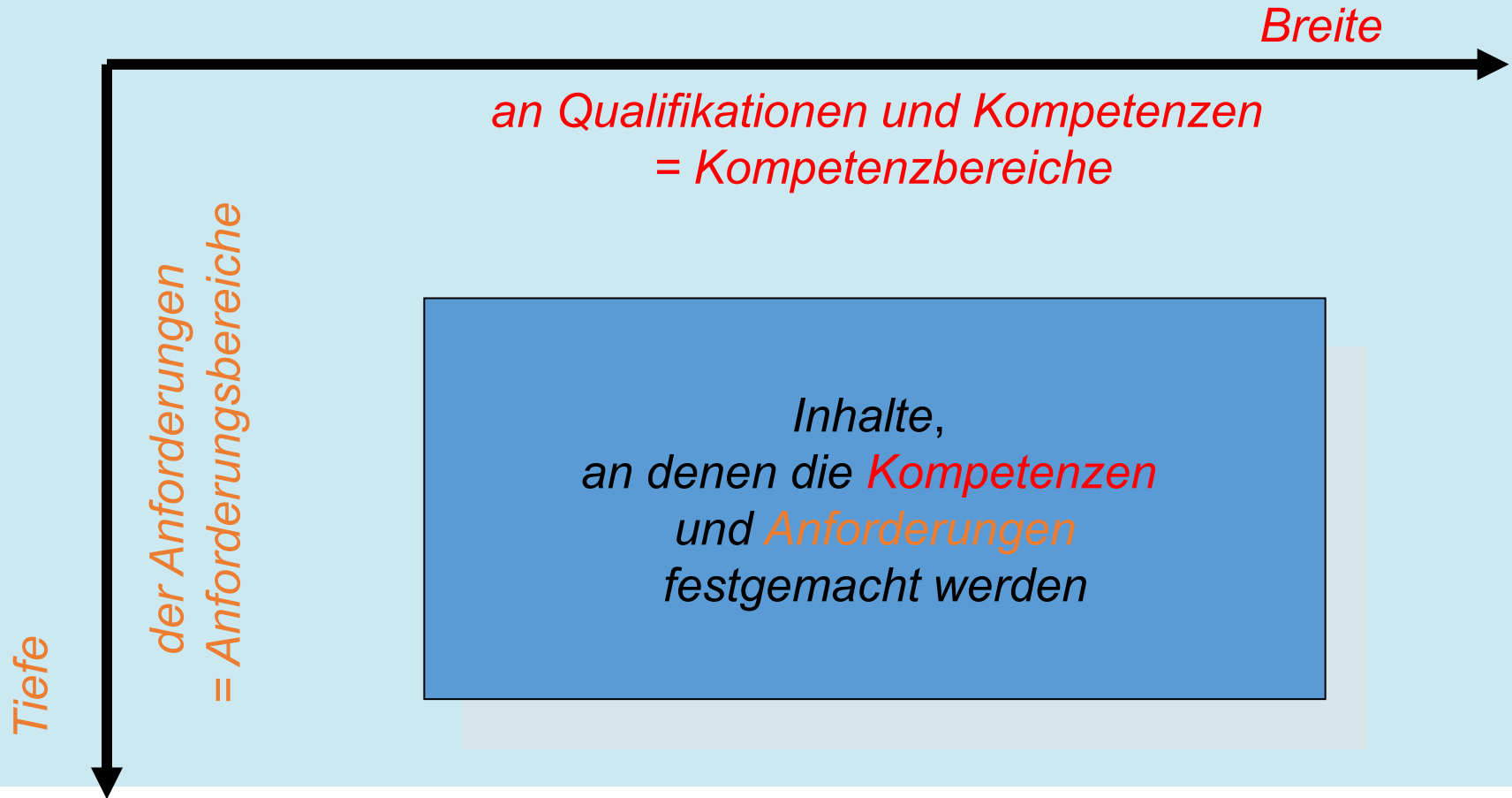
Mündliche Abiturprüfung

- zwei Aufgaben
- Schwerpunkte: zwei der zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten
- keine inhaltliche Wiederholung von Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung
- Bezug zu mehr als einem Halbjahr der Qualifizierungsphase
- Aufgaben mit einem experimentellen Anteil: Vorbereitungszeit kann von der Abiturprüfungskommission bis auf höchstens eine Stunde verlängert werden

Bewertung mündliche Abiturprüfung

- Berücksichtigung von Umfang und Qualität der nachgewiesenen physikalischen Kompetenzen
- sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung
- Beherrschung der Fachsprache
- Verständlichkeit der Darlegungen
- adäquater Einsatz der Präsentationsmittel
- Fähigkeit, das Wesentliche herauszustellen
- Verständnis für physikalische Probleme
- Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen und darzustellen
- physikalische Sachverhalte zu beurteilen
- auf Fragen und Einwände einzugehen
- gegebene Hilfen aufzugreifen
- Kreativität, Reflexionsfähigkeit und Selbstständigkeit im Prüfungsverlauf.

Egal, ob schriftlich oder mündlich: Für eine gute Prüfung brauchen die Prüfenden ...



Drei Merkmale einer guten Prüfung

- sie stellt Anforderungen in passender Tiefe, durch eine passende Mischung aus leichten mittleren und schweren Aufgabenteilen (**Anforderungsbereiche**)
- sie überprüft die Qualifikationen und Kompetenzen des Prüflings in hinreichender Breite (**Kompetenzbereiche**)
- sie macht die Prüfung an geeigneten und relevanten Inhalten fest (**Inhalte**)

Zusatzmaterialien für das Zentralabitur

- Bildungsstandards und Formelsammlung des IQB
- Erläuterungen zu den einzelnen Kompetenzbereichen, Bezug zu beispielhaften Lernaufgaben
<https://www.iqb.hu-berlin.de/de/schule/sekundarstufe-ii/begleitendedokumente/>
- Beispielaufgaben Sek. II: <https://www.iqb.hu-berlin.de/de/schule/aufgaben/sekii/beispielaufgaben-physik/>
- (nur zur Info: Beispielaufgaben Sek. I: <https://www.iqb.hu-berlin.de/de/schule/aufgaben/seki/lernaufgaben-physik/>)
- Zentrale Abschlüsse in SH: <https://za.schleswig-holstein.de>)

Aufgabe (GA, 60‘): Nutze die angegebenen Dokumente und wähle eine Beispielaufgabe der Sek. II aus. Zeige anhand der Aufgabe die verschiedenen Kompetenzbereiche, die abgefragt werden, sowie die verschiedenen Anforderungsbereiche. Stelle dich auf eine kurze Vorstellung der Aufgabe ein.

Sternspektren – Fingerabdrücke der Sterne

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Verringerung von Fluglärm durch Interferenz (erhöhtes Anforderungsniveau)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Verringerung von Fluglärm durch Interferenz (grundlegendes Anforderungsniveau)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Wellenlängenmessung mit einem Michelson-Interferometer (mit Experiment)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Zeitsteuerung in einem Rauchmelder

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Verringerung von Fluglärm durch Interferenz (erhöhtes Anforderungsniveau)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Wellenlängenbestimmn mit dem Doppelspalt

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Wellenlängenmessun mit einem Michelson-Interferometer (ohne Experiment)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Dämpfung von Schwingungen bei Wolkenkratzern

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Das Coulomb-Gesetz

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Der Potenzialtopf und das Bohr'sche Atommodell

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Ein induktiver Sensor für das intelligente Auto (grundlegendes Anforderungsniveau)

Aufgabe
 Begleittext

Informationen zur Aufgabe

Dämpfung von Schwingungen bei Wolkenkratzern - sensorgestütztes Experiment

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Defibrillatoren rett Leben

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Ein induktiver Sens das intelligente Au (erhöhtes Anforderungsniveau)

Aufgabe
 Begle

Informationen zur Aufgabe

Grundlegende Aspe der Quantenphysik Doppelspalt

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Interferenz von Molekülen (erhöhtes Anforderungsniveau)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Ionenstrahltherapie

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Numerische Modellierung an einem Kondensator

Aufgabe
 Material1
 Material2

Informationen zur Aufgabe

Resonanzabsorption

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Interferenz von Molekülen (grundlegendes Anforderungsniveau)

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Natürliche und künstliche Lichtsp

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Quantenobjekte an Doppelspalt

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Sensorgestützte Messwerterfassung einem Tonabnehm

Aufgabe

Informationen zur Aufgabe

Aufgabe (GA, 60')

Nutze die angegebenen Dokumente und wähle eine Beispielaufgabe der Sek. II aus. Zeige anhand der Aufgabe die verschiedenen Kompetenzbereiche, die abgefragt werden, sowie die verschiedenen Anforderungsbereiche. Stelle dich auf eine kurze Vorstellung der Aufgabe ein.

Präsentation Beispielaufgabe

Nachbereitende Aufgabe

- Setze (gemeinsam mit Ihrer Ausbildungslehrkraft) den „Modell- und Beobachtungsbogen“ im Unterricht ein, um einen Schüler/eine Schülerin zu beobachten. Passe im Vorfeld den Bogen ggf. bedarfsgerecht an den Unterricht an.
- Diskutiere (mit der Ausbildungslehrkraft) Chancen und Grenzen der prozessbezogenen Bewertung im Zentralabitur.
- Berichte im März Modul von Deinen Erfahrungen.



Wünsche? Termine?

- Unterrichtsberatungen
- Modultermine

- Strahlenschutz

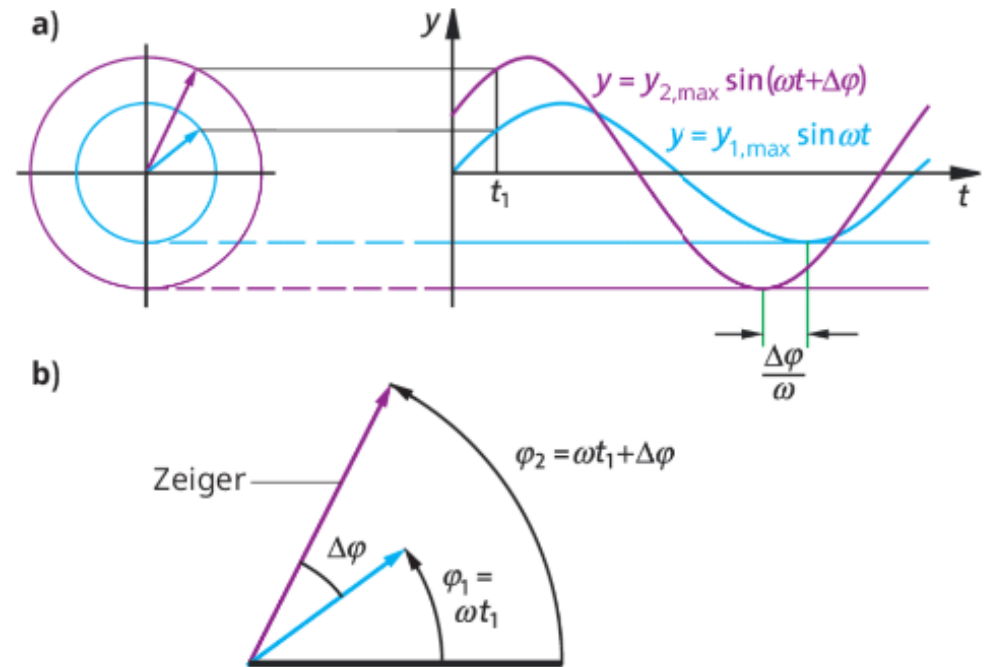
04.03.2026	Webinar Strahlenschutz abends
15.04.2026	Präsenz Strahlenschutz ganztags
13.05.2026	Webinar Strahlenschutz abends

- Fragen / Sorgen / Nöte

Zeigerformalismus

➔ Buch: Dorn Bader

Überlagerung zweier Schwingungen in Zeigerdarstellung

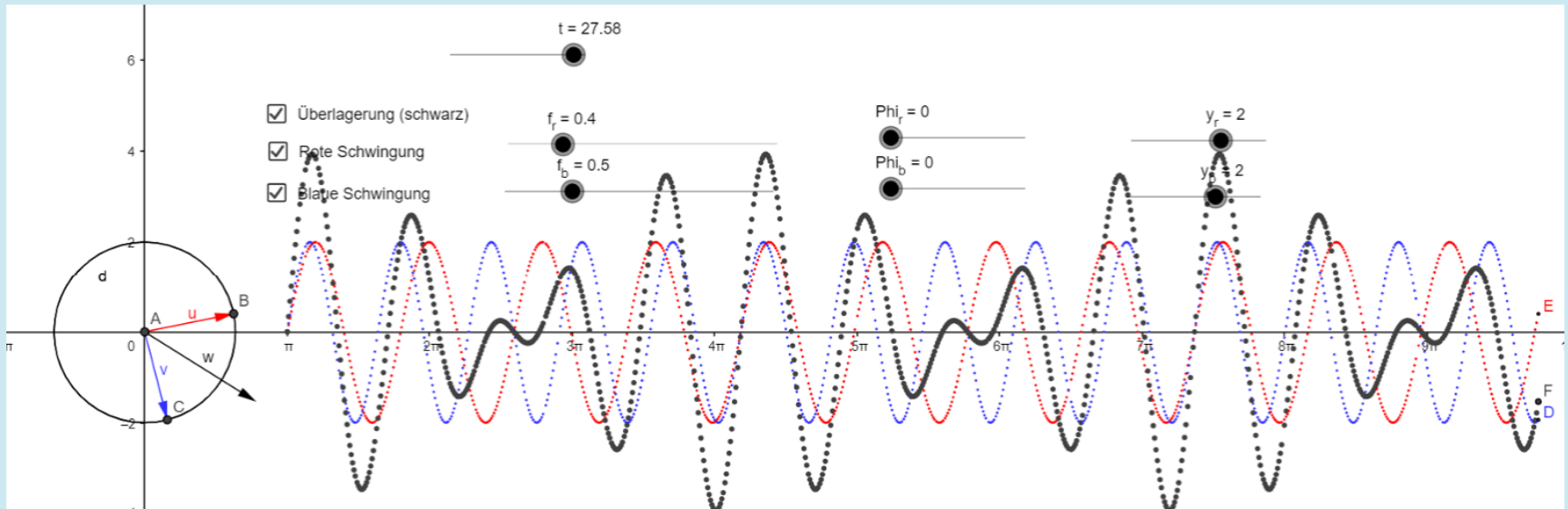


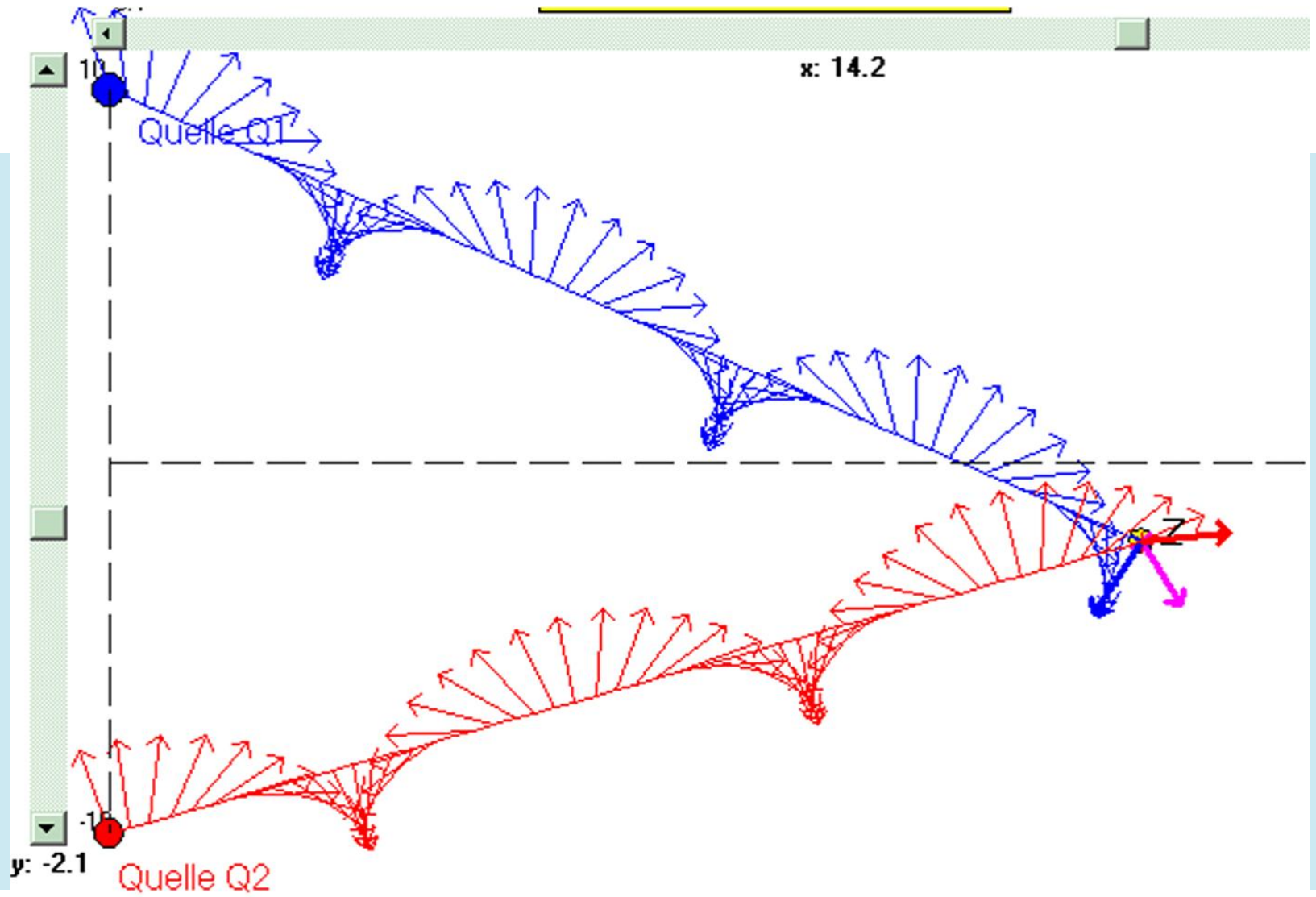
Die Überlagerung zweier Schwingungen lässt sich mithilfe des Zeigerformalismus darstellen:

- Die Länge eines Zeigers gibt die Amplitude einer Schwingung an.
- Der Zeiger rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω , die gleich der Kreisfrequenz ω der Schwingung ist, gegen den Uhrzeigersinn.

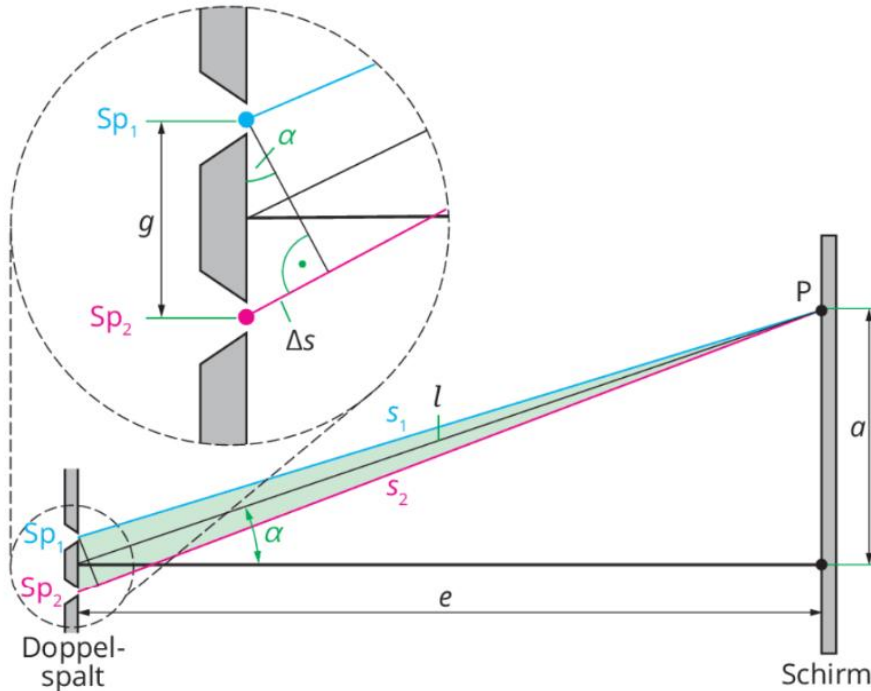
Schwingungen und Zeiger

- Überlagerung von Schwingungen mit Hilfe von Zeigerdiagrammen (Zeigeraddition)





Interferenz am Doppelspalt



4 Doppelspaltversuch: Darstellung für das erste Minimum (in P). Von den Spalten Sp_1 und Sp_2 bis zum Punkt P ist der Weg der Wellen (s_1 bzw. s_2) unterschiedlich groß, ihr Gangunterschied Δs ergibt sich als Differenz der Wege der beiden Wellen: $\Delta s = s_2 - s_1$.

Zwar sind die Wege s_1 und s_2 annähernd parallel zueinander, aber unterschiedlich lang, wie im vergrößerten Ausschnitt deutlich wird. Der Wegunterschied (Gangunterschied) Δs ist eine Kathete in einem rechtwinkligen Dreieck, in dem wieder der Winkel α auftaucht.

Für das Dreieck gilt:

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{g}, \quad \text{also} \quad \Delta s = g \cdot \sin(\alpha).$$

Über den gemeinsamen Winkel α folgt aus den beiden Gleichungen:

$$\Delta s = g \cdot \sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{a}{e}\right)\right).$$

Mit der Bedingung für die konstruktive Interferenz ($\Delta s = n \cdot \lambda$) lässt sich dann die Wellenlänge λ bestimmen.

Blended Learning

Praktischer Teil – Wellen

Führe ein Interferenzexperiment durch und entwirf eine Anleitung für Schülerinnen und Schüler. Lade diese in Moodle bis zum 1.3.26 hoch.

Beispiele:

- Interferenz am Gitter (roter, grüner Laser), gekreuzte Gitter
- Interferenz an einer CD
- Phyphox (Interferenz mit Schallwellen und 3 Handys)
- Interferenz mit Wasserwellen in der Wellenwanne
- Interferenz mit Schallwellen (2 Lautsprecher und Sinusgenerator)
- Interferenz mit Ultraschallwellen (Mekruphy)

Quellen

- S. Mikelskis-Seifert, T. Rabe (Hrsg.): Physik Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe 1 und 2, Berlin 2007
- Mie, K. (2002): Multiple Choice Aufgaben. In: Unterricht Physik, 67, S. 8-11
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Lernkontrolle>
- Feser, M. S., Hötteke, D. (2017). *Wie beurteilt man eine Schülererklärung? Klassenarbeiten kriteriengeleitet korrigieren*. Naturwissenschaften im Unterricht. 28(158). 15-25.
- Hepp, R. (2017). *Klassenarbeiten vorbereiten, durchführen und bewerten. Tipps und Beispiele aus der Praxis*. Naturwissenschaften im Unterricht. 28(158). 8-14.
- [file:///C:/Users/besitzer/Downloads/Subjektive_Fehlerquellen_bei_der_Leistungsmessung%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/besitzer/Downloads/Subjektive_Fehlerquellen_bei_der_Leistungsmessung%20(1).pdf)
- [file:///C:/Users/besitzer/Downloads/NiU_-_Experimente_zur_Lernerfolgsmessung_-_Basislit%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/besitzer/Downloads/NiU_-_Experimente_zur_Lernerfolgsmessung_-_Basislit%20(3).pdf)