



FACHBRIEF NR. 20

PHYSIK

THEMENSCHWERPUNKT:

Implementierung des Rahmenlehrplans für die gymnasiale Oberstufe
Teil C Physik Kurshalbjahre Q3 und Q4

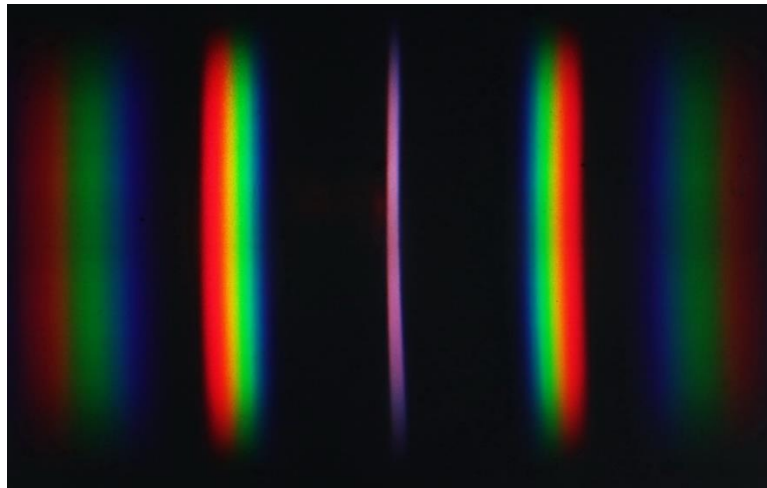


Abbildung 1: Gitterspektrum einer Halogenlampe (Gitter 140 Linien/mm)¹

Die Fachverantwortlichen werden gebeten, den Fachbrief den unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen.

Zeitgleich wird er ins Netz gestellt unter:

<http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fachbriefe-blm>

Autorinnen und Autoren des Fachbriefs: Oliver Pechstein

Ihre Ansprechpartnerin/Ihr Ansprechpartner in der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie:
Oliver Pechstein oliver.pechstein@senbjf.berlin.de

¹ Foto: O. Pechstein, alle Abbildungen des Fachbriefes soweit nicht anders gekennzeichnet: Lizenz CC BY-SA 2.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.de>

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen,

mit dem Schuljahr 2022/2023 wurde der neue Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe Teil C Physik (RLP GyO Teil C Physik) [1] unterrichtswirksam. Mit dem nun beginnenden Schuljahr 2024/2025 wird die Implementierung dieses Plans abgeschlossen. Dieser Fachbrief möchte alle Fachgruppen und Lehrkräfte für Physik in der gymnasialen Oberstufe möglichst konkret bei der Umsetzung der Vorgaben für die Kurshalbjahre Q3 und Q4 unterstützen. Schwerpunkte des Fachbriefes sind einerseits die laut Plan verbindlichen Experimente und andererseits Anregungen für die Kompetenzentwicklung in den Bereichen Kommunikation und Bewertung.

Ich wünsche Ihnen einen guten Start in das Schuljahr 2024/2025.

Oliver Pechstein

Inhalt:

1. Verbindliche Experimente in der Kursphase	2
2. Zu den Inhalten und Experimenten im Kurshalbjahr Q3.....	3
3. Zu den Inhalten und Experimenten im Kurshalbjahr Q4.....	7
4. Die Bereiche Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz im Abitur	8
5. Häufig gestellte Fragen zur Implementierung des RLP GyO Teil C Physik	10
6. Änderungen zum Abitur 2026 (Prüfungsschwerpunkte 2026)	12
7. Literatur- und Quellenverzeichnis.....	13

1. Verbindliche Experimente in der Kursphase

Der Einsatz von Experimenten ist das herausragende und unverzichtbare Merkmal des Physikunterrichts. Die Untersuchung von Vorgängen unter kontrollierten Bedingungen, verbunden mit dem Sammeln von Erfahrungen und Eindrücken und der Verknüpfung zwischen abstrakten Modellen und realen Objekten kann nicht ersetzt werden. Gut vorbereitete und geschickt in den Lernprozess eingebettete Experimente können die Lernenden emotional ansprechen. Animationen, Simulationen oder Videos können Realexperimente nicht ersetzen, jedoch sinnvoll ergänzen. Das fachpraktische Handeln der Lernenden beim gemeinsamen Experimentieren fördert darüber hinaus in erheblichem Umfang Sozialkompetenzen. Gemeinsam können sich die Lernenden im Sinne Pestalozzis mit Kopf, Herz und Hand weiterentwickeln.

Für einige Versuche sind an den Schulen die materiellen Voraussetzungen nicht gegeben, in diesen Fällen sind digitale Werkzeuge oder Experimentalvideos eine notwendige Alternative. Hierbei ist zu beachten, dass man sich bei der Nutzung von Animationen und Simulationen bereits auf die Modellebene begibt, die sich deutlich von der realen Welt unterscheidet.

Eine Besonderheit sind die interaktiven Bildschirmexperimente (IBE), die in der Fachdidaktik der Freien Universität entwickelt wurden. IBE werden aus Fotografien von Realexperimenten erzeugt, sie vereinen Eigenschaften von Simulationen mit denen eines Videos eines Realexperimentes. Im Auftrag der Qualitäts- und Unterstützungsagentur - Landesinstitut für Schule Nordrhein-Westfalen hat die Didaktik der FU Berlin [zahlreiche IBE aus allen Bereichen der Oberstufenphysik](#) online zur Verfügung gestellt, die frei nutzbar sind. [2]

2. Zu den Inhalten und Experimenten im Kurshalbjahr Q3

Die Liste der verbindlichen Experimente wurde im RLP GyO Teil C Physik [1] bewusst knappgehalten, es ist sinnvoll weitere Experimente im schulinternen Curriculum und somit im Unterricht zu berücksichtigen. Einige bewährte Experimente wurden im Folgenden als Empfehlungen ergänzt. Im Unterricht sollten Realexperimente priorisiert werden. Digitale Varianten können diese ergänzen. In den folgenden Tabellen werden zu den in Berlin verbindlichen und den empfohlenen Experimenten Hinweise zu verschiedenen digitalen Varianten gegeben. Videos können für Lehrkräfte eine Vorbereitungshilfe und für Lernende eine Vertiefung sein.

Wellen (Q3)

Das Themenfeld Wellen hat im Ergebnis der länderübergreifenden Einigung auf gemeinsame Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife im Rahmenlehrplan eine größere Bedeutung bekommen. Kenntnisse über stehende Wellen und Welleneigenschaften wie Beugung und Interferenz am Doppelspalt oder am Gitter sind wichtige Voraussetzungen für das Verständnis der Eigenschaften von Quantenobjekten und das Modell des linearen Potentialtopfes.

Insbesondere im Bereich der Wellenoptik sollten die Lernenden selbst fachpraktisch tätig werden und Versuche durchführen und auswerten. Hierfür empfohlen sind folgende Geräte:

- weiße Lichtquelle, z. B. Optikleuchte mit Halogenleuchtmittel
- Laser (Klasse 1 oder Klasse 2, s.a. Bemerkungen zur Sicherheit)
- optische Bank
- Schirm
- Spaltblende, Spaltbreite: 1 mm
- 2 Gitter mit deutlich verschiedenen Liniendichten, z. B.: 140 Linien/mm und 300 Linien/mm
- CD und DVD als Beugungsobjekte
- Sammellinse, Brennweite $f = 50$ mm (Kondensorlinse für die weiße Lichtquelle)
- Sammellinse, Brennweite $f = 100$ mm (Abbildungslinse für den Spalt)
- Lineal, Gliedermaßstab oder Maßband
- Polarisationsfolien

Bei der Verwendung von Lasern ist die Richtlinie für Sicherheit im Unterricht (RiSU) zu beachten.

In Schulen dürfen nur Laser der Klassen 1, 1M, 2 und 2M nach DIN EN 60 82524 oder 3A nach DIN EN 60 825-1 bis Ausgabe März 1997 eingesetzt werden.

Bei der Nutzung von Lasern der Klasse 1 ist die zugängliche Laserstrahlung unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich. Die „vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen“ sind beim bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten. Preiswerte zertifizierte Laser Klasse 1 der Leistung 0,4 mW sind im Versandhandel erhältlich.



Abbildung 2: Mit einem 3D-Drucker selbst hergestelltes Gehäuse passend zu der optischen Bank einer Lehrmittelfirma für einen preiswerten Laser der Klasse 1. Das [anpassbare Tinkercad-Modell](https://www.tinkercad.com/things/jrUAqWodnLQ-laserhalterung) hat dankenswerterweise Rayk von Ende (Barnim-Gymnasium) frei zur Verfügung gestellt (<https://www.tinkercad.com/things/jrUAqWodnLQ-laserhalterung>).²

Für Laser der Klassen 1M, 2, 2M und 3A gelten höhere Anforderungen. Diese dürfen nur unter Verschluss aufbewahrt werden. Vor Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1M, 2, 2M und 3A sind die beteiligten und die beobachtenden Schülerinnen und Schüler über die Gefährdung der Augen durch das Laserlicht zu unterrichten. Diese Laser dürfen nur unter Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betrieben werden. Der Versuchsbereich ist mit einem Laserwarnschild zu kennzeichnen und der Laserbereich dieser Versuche ist durch Abgrenzung gegen unbeabsichtigtes Betreten zu sichern. Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1M, 2, 2M und 3A sind so zu gestalten, dass der Blick in den direkten Laserstrahl bzw. in den reflektierten Strahl vermieden wird, z. B. durch Abschirmung. Beim Einsatz der Laser der Klassen 1M, 2M und 3A darf der Strahlenquerschnitt nicht verkleinert werden, d. h. sie dürfen nicht mit optisch sammelnden Komponenten (z. B. Lupen, Sammellinsen) verwendet werden.

² Foto: O. Pechstein

Mechanische und elektromagnetische Wellen (Q3)

Verbindliche Experimente <i>LK kursiv</i>	Empfohlene Experimente	Simulationen / Videos / Medien
Erzeugung einer stehenden mechanischen Welle durch Reflexion (z. B. Seilwelle)	Eigenschaften mechanischer Wellen (Reflexion, Beugung und Interferenz z. B. mit Wellenwanne oder Schallwellen)	Simulation Phet Seilwelle https://phet.colorado.edu/de/simulations/wave-on-a-string Simulation Phet Interferenz https://phet.colorado.edu/de/simulations/wave-interference
	Ausbreitung elektromagnetischer Wellen (z. B. mit Dezimeterwellensender)	Video EXP https://youtu.be/VnpTLxMR-OE Simulation Kippenberg https://kippenbergs.de/mint-dipole
	Eigenschaften elektromagnetischer Wellen wie Reflexion, Beugung, Interferenz, Polarisation Stehende elektromagnetische Wellen (z. B. Mikrowellensender)	Video EXP https://youtu.be/sO8meN-ZGtl Simulation Leifi https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-wellen/downloads/stehende-elektromagnetische-welle-simulation

Wellenoptik (Q3)

Verbindliche Experimente <i>LK kursiv</i>	Empfohlene Experimente	Simulationen / Videos / Medien
	Farbzerlegung von weißem Licht an einem Gitter SE	
Bestimmung der Wellenlänge monochromatischen Lichts durch Interferenz (SE Gitter weißes Licht mit Farbfilter oder Laser)		https://www.geogebra.org/m/XbsY2fVA GeoGebra Animation von C. Wolfseher
<i>Interferenz am Einfachspalt</i> (SE, DE Laser)		
Nachweis von polarisiertem und unpolarisiertem Licht (SE Polfilter)		

Quantenobjekte (Q 3)

Traditionell werden im Unterricht zum Themenfeld Quantenobjekte eher nur Demonstrationsexperimente eingesetzt. Die h -Bestimmung im Leistungskurs kann jedoch sehr gut mit vier preiswerten Leuchtdioden unterschiedlicher Farbe durch die Lernenden selbst durchgeführt werden, indem die Spannung gemessen wird, bei der die Leuchtdioden beginnen Licht auszusenden. Die Wellenlängen des Lichts werden den Datenblättern der Dioden entnommen. Simulationen und interaktive Bildschirmexperimente können ebenfalls durch die Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden.

Verbindliche Experimente <i>LK kursiv</i>	Empfohlene Experimente	Simulationen / Videos / Medien
Fotoeffekt Einfluss der Intensität und Frequenz des Lichts (UV-Lampe und Zinkplatte)		Video EXP https://youtu.be/LFW50jg2MAM?list=PLRkoPBN0mm3URHyVVdlsLD9cwDYzfnfyz
Bestimmung des PLANCKschen Wirkungsquantums mit der Gegenfeldmethode		Video EXP https://youtu.be/5FdruhW7Lio?list=PLRkoPBN0mm3URHyVVdlsLD9cwDYzfnfyz Simulationen https://phet.colorado.edu/de/simulations/photoelectric (Java, im Browser mit dem CheerpJ Applet Runner) https://www.physik.gym-wst.de/qphase/praktikum/qp/ea_photoeffekt (HTML 5)
<i>h</i> -Bestimmung mithilfe von LEDs (SE Verschiedenfarbige LED's [Wellenlängen aus den Datenblättern der Hersteller])		Anleitung von Ulf Konrad ohne Kompaktgerät https://www.ulfkonrad.de/physik/12-13/3-semester/h-bestimmung-led Leifi https://www.leifiphysik.de/quantenphysik/quantenobjekt-photon/versuche/h-bestimmung-mit-leds
Elektronenbeugung (Elektronenbeugungsröhre)		Video EXP https://youtu.be/MV5qGjNHYcc?list=PLRkoPBN0mm3URHyVVdlsLD9cwDYzfnfyz IBE der FU Berlin https://tetfolio.fu-berlin.de/web/1133879
	TAYLOR-Experiment stochastische Vorhersagbarkeit der Häufigkeitsverteilung, Simulation	Quantenobjekte am Doppelspalt https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/interferometer/index.html
<i>Simulation zum Nachweis der Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit</i>		Quantenobjekte am Doppelspalt https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/interferometer/index.html (Windows) Mach-Zehnder-Interferometer https://www.milq.info/data_uploaded/image/simulationen/Interferometer.exe (Windows) https://www.leifiphysik.de/quantenphysik/quantenobjekt-photon/grundwissen/interferenzfaehigkeit-von-photonen-im-quantenradierer

3. Zu den Inhalten und Experimenten im Kurshalbjahr Q4

Durch die Streichung der Kernphysik aus dem RLP GyO Teil C Physik [1] wurde das Kurshalbjahr Q4 deutlich entlastet. Mögliche Kontexte sind im Rahmenlehrplan ausgewiesen, beispielsweise die Lasertechnik und Spektren in der Astronomie. Im Rahmen des schulinternen Curriculums kann ein Zeitraum für einen abschließenden und zusammenfassenden Überblick in Vorbereitung auf die Abiturprüfungen geplant werden.

Atome (Q 4)

Verbindliche Experimente <i>LK kursiv</i>	Empfohlene Experimente	Simulationen / Videos / Medien
Darstellung eines Emissionsspektrums (DE Spektralröhren, Gitter)		
Darstellung eines Absorptionsspektrums	Natriumresonanz (DE Projektion Natriumflamme)	Spektren der Sterne (Anschauungstafel) Video EXP Absorption https://youtu.be/7u3rRy97m9Y?list=PLRkoPBNOmm3URHyVVdlsLD9cwDYzfnfyz Erklärvideo mit EXP https://youtu.be/Vj_mOzkYJM
	<i>FRANCK-HERTZ-Versuch</i>	Video EXP https://youtu.be/CAmgn-SyU7U Simulation Leifi/Kippenberg https://www.leifiphysik.de/atomphysik/atomarer-energieaustausch/downloads/franck-hertz-versuch-simulation-mintapps
<i>Darstellung von Röntgenspektren (IBE oder Realexperiment)</i>		IBE der FU Berlin https://tetfolio.fu-berlin.de/web/1096274 bzw. https://tetfolio.fu-berlin.de/web/993889

4. Die Bereiche Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz im Abitur

Aufgrund der länderübergreifenden Vereinbarungen und der Schwerpunktsetzungen in den Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife wurde vereinbart, dass die Prüfungsaufgabe in komplexer Weise Bezug auf alle vier Kompetenzbereiche nimmt. Das bedeutet, dass es auch Teilaufgaben geben wird, die sich auf die Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung beziehen. Hiermit wird der Bedeutung der Kompetenzbereiche Bewertung und Kommunikation Rechnung getragen.

Typische Bewertungskompetenzen sind laut RLP GyO Teil C Physik [1] z. B. die folgenden:
Die Lernenden ...

- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab (B3);
- bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil (B4);
- beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein (B6).

Von besonderer Bedeutung für diese Kompetenzbereiche sind sowohl für den Unterricht als auch für Klausuren die folgenden Operatoren:

Operator	Erläuterung
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen

Der Operator Bewerten erfordert ein Werturteil. Das macht das Einbeziehen außerfachlicher Aspekte, wie z. B. gesundheitlicher Risiken und ökologischer Folgen, notwendig. Für den Bewertungsprozess müssen die Schülerinnen und Schüler Materialien auswerten und in ihre Argumentation einfließen lassen. Erwartet wird abschließend ein nachvollziehbar begründetes Werturteil hinsichtlich der Fragestellung. In Abhängigkeit von der Wichtung der einzelnen Bewertungskriterien können Werturteile unterschiedlich ausfallen.

Für die Einbeziehung des Kompetenzbereiches Bewertungskompetenz in den Unterricht ist die Auswahl geeigneter Kontexte erforderlich. Beispiele sind z. B. die Aufgaben [„Blitzenergie - eine neue Energiequelle?“](#) [4] und [„Ein Elektrobus für die Altstadt“](#) [5] des Instituts für Qualität im Bildungswesen (IQB).

Materialgestützte Aufgaben zur Bewertungskompetenz für Klausuren gab es bereits in vergangenen Abiturprüfungen. Im Folgenden sind einige Beispiele dargestellt, wobei in Zukunft verstärkt auch der Operator Bewerten verwendet wird:

- Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der bemannten Raumfahrt zum Mond gegenüber der unbemannten Raumfahrt. (Beispielaufgaben Abitur GK 2013).
- Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des Einsatzes von Radionuklidbatterien. (LK 2015)
- Diskutieren Sie, inwiefern der Bau eines weiteren, noch größeren Teilchenbeschleunigers gerechtfertigt ist. (LK 2016)
- Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile einer Schüttellampe im Vergleich zu einer herkömmlichen Taschenlampe, bei der eine LED mithilfe von Batterien oder Akkus betrieben wird. Formulieren Sie ein Fazit. (LK 2015 Nachtermin)
- Beurteilen Sie, ob die gewaltigen Kosten für die Erforschung der Kernfusion gerechtfertigt sind. (LK 2016)
- Diskutieren Sie das Gefahrenpotenzial der Strahlenbelastung, die ein Patient durch eine Röntgenaufnahme beim Zahnarzt erfährt. (LK 2023)
- Beurteilen Sie, ob die weiteren Planungen für den Aufbau und den Betrieb einer Mondraumstation gerechtfertigt sind. (GK 2023)

Eine ausführliche Darstellung von Bewertungsprozessen im naturwissenschaftlichen Unterricht ist in der Veröffentlichung des Vereins zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) [„Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften“](#) enthalten [6]. Dabei wird es nicht möglich sein, diesen komplexen Bewertungsprozess im Unterricht in allen Teilschritten zu durchlaufen, sondern man wird sich in verschiedenen Unterrichtsstunden auf einzelne Teilschritte konzentrieren.

Es ist zu beachten, dass die Nutzung eines Internetzugangs per ChatGPT in Sekundenschnelle erstaunlich komplexe und umfassende Zusammenstellungen von Argumenten liefert. Dies kann sehr schnell mit den oben aufgeführten Abituraufgaben erprobt werden. Das KI-generierte Fazit könnte mit nur geringen Umformulierungen von den Lernenden ohne Aufwand als eigenes Werturteil ausgegeben werden. Die Vorgabe von Materialien und Expertenaussagen sowie der Verzicht auf eine Internetrecherche werden somit nahezu zwingend. Alternativ können die Lernenden analysieren, ob die Antwort einer KI die Kriterien eines Bewertungsprozesses erfüllt, wie die Argumente von der KI gewichtet wurden und aus welcher Perspektive es sinnvoll ist, sich der Argumentation der KI anzuschließen. Es ist zunehmend davon auszugehen, dass KI-generierte Antworten kaum noch inhaltliche Fehler enthalten und sinnvolle Vorschläge für Werturteile unterbreiten. Hinweise zum Umgang mit KI sind in den [„Empfehlungen für den Umgang mit KI-Anwendungen am Beispiel von ChatGPT“](#) der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie zu finden [7].

5. Häufig gestellte Fragen zur Implementierung des RLP GyO Teil C Physik

Wie soll die Thomson'sche die Schwingungsgleichung ohne Wechselstromwiderstände hergeleitet werden?

Es ist weder möglich noch erforderlich jede im Unterricht thematisierte Gleichung herzuleiten, obwohl das Herleiten von Gleichungen eine wichtige Komponente des Basiskonzeptes Mathematisieren und Vorhersagen ist. Stattdessen kann die Thomson'sche Gleichung genutzt werden, um andere Kompetenzen zu entwickeln. Es ist empfehlenswert, die in ihr enthaltenen Abhängigkeiten qualitativ zu begründen oder mit Hilfe dieser Gleichung experimentell überprüfbare Vorhersagen abzuleiten. Periodendauern eines Schwingkreises oder die Änderungen aufgrund der Vervierfachung der Kapazität des Kondensators können vorhergesagt werden.

Wir haben in den letzten Jahren sehr gute Erfahrungen mit dem Themenfeld Wechselstromwiderstände gemacht, so konnten zahlreiche gut gelingende Experimente durchgeführt werden. Ist die Behandlung der Wechselstromwiderstände für das Verständnis der Vorgänge in einem Schwingkreis, wie z. B. der Phasenverschiebung von Spannung und Stromstärke erforderlich?

Das Themenfeld Wechselstromwiderstände konnte aufgrund der länderübergreifenden inhaltlichen Vereinbarungen nicht im RLP GyO Teil C Physik [1] berücksichtigt werden, da dieser nicht überfrachtet werden sollte. Es ist auch nicht empfehlenswert die Wechselstromwiderstände zusätzlich zu betrachten, da Q2 bereits sehr viele Themenfelder enthält. Die Vorgänge im Schwingkreis und auch die im Schwingkreis auftretende Phasenverschiebung können sehr gut aus dem Auf- und Entladen eines Kondensators und der Selbstinduktion beim Aus- und Einschalten einer Spule abgeleitet werden.

In der mathematisch-naturwissenschaftlichen Formelsammlung des IQB gibt es eine Vielzahl von Differentialgleichungen. Müssen Differentialgleichungen im Physikunterricht behandelt werden, obwohl diese nicht Gegenstand des Mathematikunterrichtes sind?

Das Aufstellen und Lösen von Differentialgleichungen ist nicht Gegenstand des RLP GyO Teil C Physik [1]. In Abhängigkeit vom Niveau der Lerngruppe können an wenigen ausgewählten Stellen Differentialgleichungen exemplarisch aufgestellt und gelöst werden. Sie sind jedoch nicht prüfungsrelevant.

Im Kurshalbjahr Q3 wird der Impuls von klassischen Teilchen und Photonen betrachtet. Müssen der Impuls und der Impulserhaltungssatz vorher behandelt werden?

Nein. Es reicht, dass im Kontext der Untersuchung der Quantenobjekte der Impuls in einem kurzen Exkurs als Größe zur Beschreibung des Bewegungszustandes eines Objektes eingeführt wird. Dabei kann auf anschauliche Formulierungen zurückgegriffen werden, wie z.B.: „Der Impuls eines Objektes ist ein Maß für den Schwung, mit dem sich dieser Körper bewegt.“

Im Kurshalbjahr Q4 sind insbesondere im Grundkurs im Themenfeld Atome nur wenige Inhalte vorgesehen. Wie können zu diesem Kurshalbjahr verschiedene Aufgaben für Lernerfolgskontrollen, Klausuren und mündlichen Prüfungen erstellt werden?

Die Reduktion der Fachinhalte erfolgte aufgrund der Rückmeldungen zum RLP GyO Teil C Physik [1] in der Anhörungsphase. Hiermit wurde Zeit für einen kompetenzorientierten Zugang zu verschiedenen Kontexten dieses Inhaltsbereiches geschaffen. Mögliche Kontexte, die auf diesen Inhalten beruhen und eine längere Unterrichtszeit erfordern, werden im RLP GyO Teil C Physik [1] genannt, dies sind z.B. Spektren in der Astronomie, Spektralanalyse und Lasertechnik. Diese und andere Kontexte können die Grundlage geeigneter Aufgabenstellungen bilden. Bei der Behandlung dieser Kontexte bieten sich Rückbezüge z. B. auf die Themenfelder Wellen und Quanten aus dem Kurshalbjahr Q3 an. Im schulinternen Curriculum können ein abschließender systematisierender Rückblick auf den Physikkurs, ein kleines Praktikum oder ein Ausblick auf moderne Entwicklungen und offene Fragen als Unterrichtsgegenstand vereinbart werden, wobei sich stets Vernetzungen zum Themenfeld Atome des Kurshalbjahres Q4 anbieten. Es ist unbedingt zu beachten, dass die für die mündlichen Prüfungen zum Kurshalbjahr Q4 ausgewählten Inhalte im RLP GyO Teil C Physik [1] verankert sind. Dabei sollen auch in den mündlichen Prüfungen für die Standards der Bereiche Bewertungskompetenz und Kommunikationskompetenz anhand von Kontexten und geeigneten Materialien Aufgaben gestellt werden.

Die Schulen haben sehr verschiedene Messwerterfassungssysteme mit sehr unterschiedlichen Sensoren beschafft. Wie können Prüfungsaufgaben zu einem sensorgestützten Experiment aussehen?

Der Einsatz der Messwerterfassungssysteme in Lernerfolgskontrollen und Klausuren prüft wesentlich das Erreichen des Standards S 4: „Die Lernenden bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen.“ Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler eine Versuchsanleitung erhalten. Diese Versuchsanleitungen werden im Materialteil der Klausuren gegeben und wie bereits in der Vergangenheit in den Abiturprüfungen gegebenenfalls mit einem Beiblatt. Auf diesem Beiblatt ergänzt die prüfende Lehrkraft nach der Veröffentlichung der Hinweise und nach der Erprobung des Experimentes spezifische Angaben, z. B. die einzustellenden Spannungen, die Messbereiche oder die Triggerung.

Einige Schulen haben Messwerterfassungssysteme beschafft oder hatten diese bereits, die nicht alle Vorgaben der Geräteliste z. B. hinsichtlich der Datenrate von mindestens 10 kHz für den Spannungssensor erfüllen, bei anderen Messwerterfassungssystemen fehlen bestimmte Funktionen wie das Einstellen eines Triggers oder einer Messzeit. Wie ist damit umzugehen?

Verschiedene Hersteller haben in den letzten Monaten Updates ausgeliefert, die wichtige Funktionen wie eine höhere Datenrate auch für drahtlose Sensoren oder einen Trigger nachrüsten. Im Einzelfall kann es notwendig sein, die Geräte an den Hersteller einzuschicken. Es ist erforderlich, dass diese Updates in die Systeme eingepflegt werden.

Für die Prüfungen 2025 und 2026 ist davon auszugehen, dass Datenraten von 1000 Hz zunächst reichen werden. Sollte das aktuell an der Schule vorhandene System diese bereits im Jahr 2022 im Fachbrief 18 formulierte Bedingung nicht erfüllen, muss mittelfristig eine

Modernisierung vorgenommen werden. Es ist zu prüfen, ob diese durch Updates oder ergänzende Beschaffungen erfolgen kann. Bei älteren Systemen kann eine Neubeschaffung sinnvoll sein. Bei der Auswahl eines neuen Messwerterfassungssystems sind die technischen Daten des Systems, die Funktionen und die Erweiterbarkeit mit weiteren zurzeit nicht in der Materialliste enthaltenen Sensoren, wie z. B. Stromstärke-, Ultraschallbewegungs- oder Lichtstärkesensor, genau zu prüfen. Auch ist abzuwägen, ob interne, drahtlose oder drahtgebundene Sensoren sinnvoll sind. Dies ist ein wichtiger Aspekt bei der Handhabung sowie der Pflege und Wartung der Systeme.

6. Änderungen zum Abitur 2026 (Prüfungsschwerpunkte 2026)

Als bundesweite Vorgabe für Prüfungsaufgaben in den naturwissenschaftlichen Fächern gilt: Eine Prüfungsaufgabe bezieht sich in allen drei Naturwissenschaften auf zwei in den jeweiligen Bildungsstandards der Allgemeinen Hochschulreife (BiStas AHR) genannten Inhaltsbereiche. In den Aufgaben einer Prüfungsaufgabe wird der zugehörige Inhaltsbereich benannt.

Biologie	Chemie	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • Leben und Energie • Informationsverarbeitung in Lebewesen • Lebewesen in ihrer Umwelt • Vielfalt des Lebens 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe, Strukturen, Eigenschaften • Chemische Reaktionen • Arbeitsweisen • Lebenswelt und Gesellschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische und magnetische Felder • Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen • Quantenphysik und Materie

Tabelle: Übersicht über die Inhaltsbereiche laut BiStas AHR

Für das Abitur im Jahr 2026 wurde aufgrund der Erfahrungen bei der Entwicklung von Landesaufgaben in Verbindung mit der Auswahl möglicher Poolaufgaben, aber auch vielfältiger fachlicher Diskussionen mit Lehrkräften eine Anpassung der Festlegungen für die Schwerpunktsetzung mit Bezug auf die Kurshalbjahre vorgenommen.

Die Inhaltsbereiche (BiStas AHR) sind in den Fachteilen der RLP GyO der naturwissenschaftlichen Fächer in unterschiedlichen Kurshalbjahren abgebildet. Für die Vorbereitung auf die Abiturprüfung ist es somit sinnvoll, folgende ab dem Prüfungsjahr 2026 geltende Regelung zu beachten:

„Im Land Berlin bezieht sich jede Prüfungsaufgabe auf mindestens drei der im Rahmenlehrplan der gymnasialen Oberstufe Fachteil C des jeweiligen Fachs verankerten Kurshalbjahre der Qualifikationsphase (Q 1 – 4). Jede Aufgabe ist in ihrem inhaltlichen Schwerpunkt überwiegend einem Kurshalbjahr zugeordnet.“

Somit ist es möglich, dass höchstens zwei der vier Aufgaben ihren Schwerpunkt in einem Kurshalbjahr haben, aber z. B. zwei verschiedenen Inhaltsbereichen zugeordnet werden können. Die Prüfungsaufgabe ist so zusammengestellt, dass die oben genannte Anforderung (zwei Inhaltsbereiche der BiStas AHR) erfüllt ist.

7. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe Teil C Physik. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021 https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/rlp_go_teil_c_physik_2021.pdf?ts=1705017673 (gesichtet am 28.06.2024)
- [2] Zentrale Experimente Physik GOST. QUA-LiS NRW - Qualitäts- und UnterstützungsAgentur - Landesinstitut für Schule, AG Didaktik der Physik Freie Universität Berlin. <https://tetfolio.fu-berlin.de/web/NRW-Physik-Experimente> (gesichtet 28.06.2024)
- [3] Tinkercad-Modell Laserhalterung. Rayk von Ende. <https://www.tinkercad.com/things/jrU-AqWodnLQ-laserhalterung> (gesichtet 28.06.2024)
- [4] Ein Elektrobus für die Altstadt. Institut für Qualität im Bildungswesen (IQB). <https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p03^elektrobus^f4452> (gesichtet am 28.06.2024)
- [5] Blitzenergie - eine neue Energiequelle? Institut für Qualität im Bildungswesen (IQB). <https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p03^blitz^f4448> (gesichtet am 28.06.2024)
- [6] Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften. Verein zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) 2022. https://www.mnu.de/images/publikationen/Bewertungskompetenzen/Bildungsstandards_Bewertungskompetenz.pdf (gesichtet am 28.06.2024)
- [7] Empfehlungen für den Umgang mit KI-Anwendungen am Beispiel von ChatGPT. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie April 2024. <https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/faecheruebergreifende-themen/digitale-welten/ki-anwendungen-schule.pdf?ts=1713511883> (gesichtet am 28.06.2024)