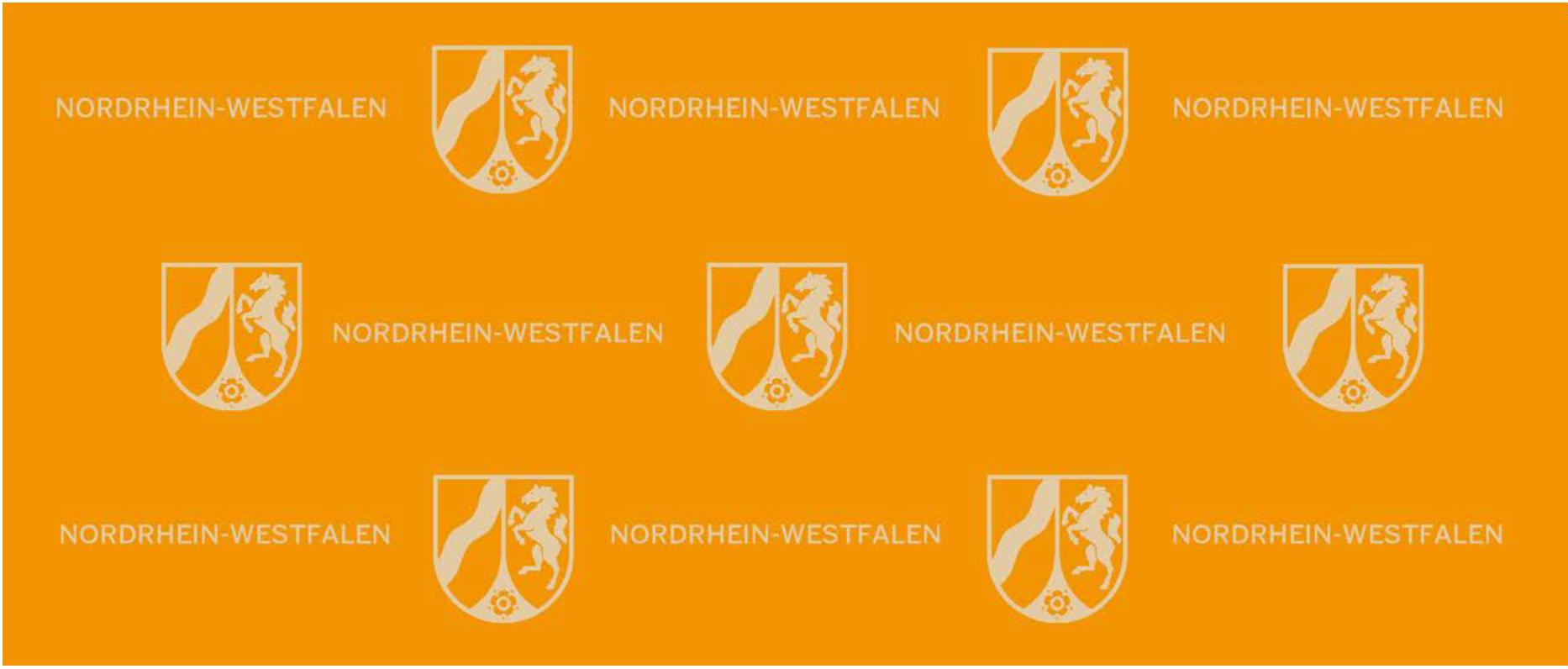
**Kernlehrplan**

**für die Sekundarstufe II**

**Gymnasium / Gesamtschule**

**in Nordrhein-Westfalen**

Physik



Herausgeber:

Ministerium für Schule und Bildung

des Landes Nordrhein-Westfalen

Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Telefon 0211-5867-40

Telefax 0211-5867-3220

poststelle@schulministerium.nrw.de

[www.schulministerium.nrw.de](http://www.schulministerium.nrw.de/)

Heft 4721

1

. Auflage 2022



**Vorwort**

Liebe Leserinnen und Leser,

Auftrag von Schule und aller Beteiligten ist es, unsere Schülerinnen und Schüler er-

folgreich zur Teilhabe und zur selbstbestimmten Gestaltung ihrer Zukunft zu befähi-

gen. Die Gymnasiale Oberstufe trägt in besonderer Weise dazu bei, indem sie die

Bildungs- und Erziehungsarbeit der Sekundarstufe I mit dem Ziel einer vertieften all-

gemeinen Bildung fortsetzt. Die Basis hierfür bilden die Richtlinien und Lehrpläne. Sie

sind auch die Grundlage für die Gestaltung eines wissenschaftspropädeutischen Un-

terrichts, der zur allgemeinen Studierfähigkeit führt und auf die Berufs- und Arbeitswelt

vorbereitet. Der gesellschaftliche und technologische Wandel sowie die Weiterentwick-

lung der Fächer erfordern, dass Bildungsziele und Bildungsinhalte immer wieder zeit-

gemäß gefasst werden.

Die vorliegenden neuen landeseigenen Unterrichtsvorgaben berücksichtigen die von

der Kultusministerkonferenz erstmals für die Fächer Biologie, Chemie und Physik ver-

abschiedeten Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife. Ziel ist eine bun-

desweit höhere Vergleichbarkeit von Lerninhalten, Kompetenzen und Abschlüssen.

Die formalen und inhaltlichen Weiterentwicklungen der Kernlehrpläne für die Fächer

Biologie, Chemie und Physik im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Auf-

gabenfeld stärken und schärfen den eingangs genannten Bildungsauftrag, indem sie

obligatorische Wissensbestände, Fähigkeiten und Fertigkeiten noch konkreter und kla-

rer als bislang ausweisen.

Grundsätzlich setzen die Kernlehrpläne landesweite Standards und konzentrieren sich

auf die im Bildungsgang von den Schülerinnen und Schülern zu erwartenden Lerner-

gebnisse und Kompetenzen. Dies geschieht auch mit Blick auf eine Bildung in einer

zunehmend digitalen Welt. Die Zielsetzungen des Medienkompetenzrahmens NRW in

den Vorgaben für die Sekundarstufe I werden fortgesetzt und bilden eine verbindliche

Grundlage dafür, dass Lernen und Leben mit digitalen Medien zur Selbstverständlich-

keit im Unterricht wird.

Auf welche Weise die Lernergebnisse insgesamt erreicht werden, liegt in der Verant-

wortung der Lehrkräfte vor Ort und damit in deren pädagogischer Freiheit. Auf Schul-

ebene werden die Unterrichtsvorgaben in schuleigene Vorgaben, d.h. in schulinterne

Lehrpläne, konkretisiert. In ihnen verschränken sich die fachübergreifenden und fach-

lichen Unterrichtsvorgaben mit den konkreten Rahmenbedingungen der Schule, den

Lernvoraussetzungen und Lernmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler. Auch die

Einbindung außerschulischer Partner und Lernorte wird berücksichtigt.

Zur Unterstützung der Schulen bei dieser wichtigen Aufgabe stellt die Qualitäts- und

Unterstützungsagentur – Landesinstitut für Schule NRW Angebote zur Implementation

bereit. Ich danke allen, die an der Entwicklung der neuen Kernlehrpläne mitgewirkt

haben sowie der Schulaufsicht auch für die Maßnahmen zur Implementation. Vor allem

danke ich den Lehrerinnen und Lehrern, die sich tagtäglich verantwortungsvoll der Bil-

dung unserer Kinder und Jugendlichen widmen und die Kernlehrpläne umsetzen.

Yvonne Gebauer

Ministerin für Schule und Bildung

des Landes Nordrhein-Westfalen



**Auszug aus dem Amtsblatt des Ministeriums für Schule und Bildung des Lan-**

**des Nordrhein-Westfalen Nr. 06/22**

**Sekundarstufe II –**

**Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule**

**Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Bildung

v. 31.05.2022 - 526 - 2022-05-0002010

Für die Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule werden hier-

mit Kernlehrpläne gemäß § 29 SchulG (BASS 1-1) festgesetzt.

Sie treten zum 1. August 2022 beginnend mit der Einführungsphase aufsteigend in

Kraft.

**Heft-Nr.**

**Bereich/Fach**

**Bezeichnung**

4722

4723

4721

Biologie

Chemie

Physik

Kernlehrplan

Kernlehrplan

Kernlehrplan

Tabelle 1: Kernlehrpläne zum 01.08.2022

Die Unterrichtsvorgaben sind veröffentlicht und abrufbar über den Lehrplannavigator:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/>

Die Schulen überprüfen auf Grundlage der o.g. Vorgaben ihre schuleigenen Vorgaben

(schulinterne Lehrpläne) und entwickeln diese kontinuierlich weiter.

Die Richtlinien für die Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule,

RdErl. d. KM v. 03.03.1999, GABl NW. I, S.58, veröffentlicht online unter:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/>gelten unverändert fort.

Zum 31.07.2022 treten die nachstehenden Kernlehrpläne auslaufend außer Kraft.

**Heft-Nr.**

**Bezeichnung**

**Fundstelle**

4722

4723

4721

Kernlehrplan Biologie

Kernlehrplan Chemie

Kernlehrplan Physik

04.09.2013, ABl. NRW, S. 512

04.09.2013, ABl. NRW, S. 512

04.09.2013, ABl. NRW, S. 512

Tabelle 2: zum 31.07.2022 außer Kraft tretende Kernlehrpläne

ABl. NRW. 06/22



**Inhalt**

Seite

**[Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte](#br7)**

**[Unterrichtsvorgaben](#br7)**

**[7](#br7)**

**[8](#br8)**

**[1](#br8)**

**[2](#br13)**

**[Aufgaben und Ziele des Faches](#br8)**

**[Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen](#br13)**

**[13](#br13)**

[15](#br15)

[15](#br15)

[18](#br18)

[21](#br21)

[2](#br15)

[.1](#br15)

[Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches](#br15)

[.1.1 Kompetenzbereiche](#br15)

[2](#br15)

[2](#br18)

[2](#br21)

[.1.2 Inhaltsfelder](#br18)

[.1.3 Basiskonzepte](#br21)

[2](#br22)

[2](#br31)

[.2](#br22)

[.3](#br31)

[Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende](#br22)

[der Einführungsphase](#br22)

[22](#br22)

[Kompetenzerwartungen und Inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende](#br31)

[der Qualifikationsphase](#br31)

[31](#br31)

[2](#br35)

[2](#br44)

[.3.1 Grundkurs](#br35)

[35](#br35)

[44](#br44)

**[55](#br55)**

**[59](#br59)**

[.3.2 Leistungskurs](#br44)

**[3](#br55)**

**[4](#br59)**

**[Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung](#br55)**

**[Abiturprüfung](#br59)**

**Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte**

**Unterrichtsvorgaben**

Kernlehrpläne leisten einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Anspruchsniveaus an

der Einzelschule sowie im ganzen Land und schaffen notwendige Voraussetzungen

für die Vergleichbarkeit von Lernergebnissen.

Kernlehrpläne

•

•

bieten allen an Schule Beteiligten Orientierung über die Aufgaben und Ziele der

Fächer,

geben eine curriculare Stufung vor und legen fest, welche fachbezogenen Kompe-

tenzen einschließlich zugrundeliegender Wissensbestände Schülerinnen und Schü-

ler am Ende der Stufen erworben haben sollen,

•

stellen eine landesweite Obligatorik strukturiert in fachspezifische Inhalte und darauf

bezogene fachliche Kompetenzen dar,

•

•

sind Grundlage für die Überprüfung von Lernergebnissen und Leistungsständen,

fokussieren auf überprüfbares fachliches Wissen und Können. Aussagen zu allge-

meinen, fächerübergreifend relevanten Bildungs- und Erziehungszielen werden im

Wesentlichen außerhalb der Kernlehrpläne, u. a. in Richtlinien und Rahmenvorga-

ben getroffen. Sie sind neben den fachspezifischen Vorgaben der Kernlehrpläne bei

der Entwicklung von schuleigenen Vorgaben und bei der Gestaltung des Unterrichts

zu berücksichtigen;

•

•

bilden die curriculare Grundlage für die Entwicklung schuleigener Unterrichtsvorga-

ben beziehungsweise schulinterner Lehrpläne (§ 29 sowie § 70 SchulG NRW),

beschränken sich auf zentrale fachliche Fertigkeiten und Wissensbestände. So er-

halten Schulen die Möglichkeit, aber auch die Aufgabe, gegebene Freiräume schul-

und lerngruppenbezogen auszugestalten. In Verbindung mit dem Schulprogramm

erfolgen Schwerpunktsetzungen im Unterricht in inhaltlicher, didaktischer und me-

thodischer Hinsicht.

Die vorliegenden Kernlehrpläne für die gymnasiale Oberstufe lösen die bisherigen

Kernlehrpläne ab und setzen die bundeseinheitlichen Vorgaben der Kultusminister-

konferenz (Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife) für das Land Nord-

rhein-Westfalen um. Mit diesen landesweit einheitlichen Standards ist eine wichtige

Voraussetzung dafür geschaffen, dass Schülerinnen und Schüler mit vergleichbaren

Voraussetzungen die Zentralen Prüfungen des Abiturs ablegen können.

7



**1**

**Aufgaben und Ziele des Faches**

Gegenstand der Fächer im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufga-

benfeld (III) sind die empirisch erfassbare, die in formalen Strukturen beschreibbare

und die durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnis-

weisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und

bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maß-

geblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen durch

aktuelle Forschungsergebnisse erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissen-

schaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt einerseits Fortschritte auf

vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Tech-

nologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt

auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-

technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesell-

schaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine **vertiefte naturwissen-**

**schaftliche Bildung** bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in

Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen.

Gemäß dem Bildungsauftrag von Gymnasium und Gesamtschule in der gymnasialen

Oberstufe leistet das Fach Physik einen Beitrag dazu, den Schülerinnen und Schülern

eine vertiefte Allgemeinbildung zu vermitteln. Die gymnasiale Oberstufe setzt die Bil-

dungs- und Erziehungsarbeit der Sekundarstufe I fort, vertieft und erweitert sie; sie

schließt mit der Abiturprüfung ab und vermittelt die allgemeine Hochschulreife. Indivi-

duelle Schwerpunktsetzung und vertiefte allgemeine Bildung führen auf der Grundlage

eines wissenschaftspropädeutischen Unterrichts zur allgemeinen Studierfähigkeit und

bereiten auf die Berufs- und Arbeitswelt vor.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt

der Unterricht im Fach Physik die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwort-

lichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnitts-

aufgaben in Schule und Unterricht, hierzu zählen u. a.

•

•

•

•

•

•

•

Menschenrechtsbildung,

Werteerziehung,

politische Bildung und Demokratieerziehung,

Bildung für die digitale Welt und Medienbildung,

Bildung für nachhaltige Entwicklung,

geschlechtersensible Bildung,

kulturelle und interkulturelle Bildung.

8



Aufgaben und Ziele des Faches

Sprache ist ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und be-

sitzt deshalb für den Erwerb einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung

eine besondere Bedeutung. Kognitive Prozesse des Umgangs mit Fachwissen, der

Erkenntnisgewinnung, der Kommunikation und der Bewertung sind ebenso sprachlich

vermittelt wie der kommunikative Austausch darüber und die Präsentation von Lerner-

gebnissen. In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und

Ideen erweitert sich der vorhandene Wortschatz, und es entwickelt sich ein zuneh-

mend differenzierter und bewusster Einsatz von Sprache. Dadurch entstehen Möglich-

keiten, Konzepte sowie eigene Wahrnehmungen, Gedanken und Interessen

angemessen darzustellen.

Die interdisziplinäre Verknüpfung von Schritten einer kumulativen Kompetenzentwick-

lung, inhaltliche Kooperationen mit anderen Fächern und Lernbereichen sowie außer-

schulisches Lernen und Kooperationen mit außerschulischen Partnern können sowohl

zum Erreichen und zur Vertiefung der jeweils fachlichen Ziele als auch zur Erfüllung

übergreifender Aufgaben beitragen.

**Ziele einer vertieften physikalisch-naturwissenschaftlichen Bildung**

Die Naturwissenschaft Physik leistet einen Beitrag für ein umfassendes Verständnis

der Welt. Dazu gehört auch, die Grundlagen von Technologien zu verstehen und deren

Nutzung im Hinblick auf das eigene Leben und die Gesellschaft zu bewerten, sowie

Informationen, insbesondere in der digitalen Welt, selbstbestimmt zu nutzen. Physika-

lische Erkenntnisse prägen unser Weltbild und stellen einen historisch-dynamischen

Prozess dar. Im Wandel, dem sie unterworfen sind, zeigt sich die Offenheit der Physik

für Weiterentwicklungen.

Die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft macht Naturphänomene über

die menschliche Wahrnehmung hinaus durch Messungen erfahrbar und durch Modelle

beschreibbar, zeigt aber auch die Grenzen der Messbarkeit und Alltagserfahrung auf,

z. B. im Bereich der Quantenphysik. Die Schülerinnen und Schüler erfahren im Unter-

richt die Bedeutung der abstrahierenden, idealisierenden und formalisierten Beschrei-

bung von Prozessen und Systemen, wenn sie regelmäßig mathematisch modellieren

und Vorhersagen treffen. Gleichzeitig sind sich die Schülerinnen und Schüler der be-

grenzten Gültigkeit der Modelle bewusst. Sie lernen, dass aus theoretischen Überle-

gungen Aussagen zu neuen Zusammenhängen und zur Vorhersagbarkeit von

Ereignissen abgeleitet werden können.

Physik ist nicht nur Wissenschaft, sondern auch Denkweise und Weltsicht. Ihre ratio-

nale und analytische Sichtweise, ihre Exaktheit der Sprache und ihre planvollen, struk-

turierten Herangehensweisen haben eine zentrale Bedeutung in einer Vielzahl von

Berufsfeldern und für die aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation. In der

9



Aufgaben und Ziele des Faches

Auseinandersetzung mit typisch physikalischen Denk- und Arbeitsweisen, wie Analo-

giebetrachtungen, algorithmisiertem Vorgehen, probabilistischen Beschreibungen und

Streben nach Vereinheitlichung und Kohärenz, erfahren die Schülerinnen und Schüler

den Aspektcharakter des Faches und die Vorteile von Verallgemeinerungen in wenige

fundamentale Ideen, wie z.B. die Erhaltungssätze. Die Schülerinnen und Schüler nut-

zen diese Denk- und Arbeitsweisen nicht nur innerhalb der Fachwissenschaft Physik,

sondern transferieren diese auch als Strategien in ihren Lebensalltag. Sie entwickeln

Verständnis und Wertschätzung für physikalische Sichtweisen, nutzen sie aktiv und

fordern sie von anderen ein. Der fortwährende Wechsel zwischen Modellen und Rea-

lität und die kontinuierliche Reflexion von vereinfachenden Algorithmen sensibilisieren

sie für Möglichkeiten und Gefahren, die besonders auch in der digitalen Welt auftreten

können.

Unterricht in Physik muss Mädchen ebenso wie Jungen dazu ermutigen, ihr Interesse

an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen selbstbewusst zu verfolgen und so ihre

Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale zu nutzen. Er sollte außerdem aufzeigen,

dass naturwissenschaftliche Kenntnisse sowohl für Frauen als auch Männer attraktive

berufliche Perspektiven eröffnen.

Als eine der ältesten Wissenschaften ist die Physik seit jeher in ein Wechselspiel mit

Technik und Gesellschaft eingebunden. Sowohl historische als auch aktuelle Entwick-

lungen verdeutlichen die Notwendigkeit der Betrachtung gesellschaftlich relevanter

Problemstellungen wie der Energieversorgung oder des Klimawandels aus physikali-

scher und technischer Sicht. Schülerinnen und Schüler werden dazu angeregt, sich

rational reflektiert eine eigene Meinung zu bilden und sowohl in ihrem unmittelbaren

Umfeld als auch in der Gesellschaft Verantwortung zu übernehmen. Die Komplexität

bei der Bearbeitung von aktuellen Problemstellungen und Forschungsaufträgen in der

Physik verdeutlicht die Relevanz interdisziplinärer und internationaler Zusammenar-

beit. Für ein handelndes, konstruktives Miteinander sind Rücksichtnahme und Kom-

promissbereitschaft notwendig. In diesem Sinne leistet auch der Physikunterricht einen

wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung von Jugendlichen.

Physikalische Bildung hat insgesamt einerseits einen wissenschaftspropädeutischen

Charakter, andererseits aber auch wesentlichen Einfluss auf den lebenslangen indivi-

duellen Kompetenzaufbau und stellt einen wichtigen Teilbereich der Allgemeinbildung

dar.

**Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe**

Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe knüpft an den Unterricht in der Sekun-

darstufe I an und vermittelt, neben grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten, Ein-

sichten auch in komplexere Sach- und Naturvorgänge sowie für das Fach typische

1

0



Aufgaben und Ziele des Faches

Herangehensweisen an Probleme und Aufgaben. Dazu lernen Schülerinnen und

Schüler zunehmend selbstständig physikalische Sichtweisen auf die Natur kennen und

erfahren Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens. Sie intensivie-

ren die qualitative und quantitative Erfassung physikalischer Phänomene, präzisieren

Modellvorstellungen und thematisieren Modellbildungsprozesse, die auch zu einer um-

fangreicheren Theoriebildung führen. Die Betrachtung und Erschließung von komple-

xen Ausschnitten der Lebenswelt unter physikalischen Aspekten erfordert von den

Schülerinnen und Schülern in hohem Maße Kommunikations- und Handlungsfähigkeit.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben und zum Erreichen der Ziele vermittelt der Physikunter-

richt in der gymnasialen Oberstufe fachliche und fachmethodische Inhalte unter Be-

rücksichtigung von Methoden und Formen selbstständigen und kooperativen

Arbeitens. Die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Interessen,

kulturellen Hintergrund, Geschlechtersozialisation, Vorerfahrungen und fachspezifi-

sche Kenntnisse sind angemessen zu berücksichtigen.

Das Lernen in Kontexten ist verbindlich. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Frage-

stellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestel-

lungen und solche aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler den Rahmen für

Unterricht und Lernprozesse bilden. Dafür geeignete Kontexte beschreiben reale Situ-

ationen mit authentischen Problemen, deren Relevanz auch für Schülerinnen und

Schüler erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden

können.

Aufgabe der Einführungsphase ist es, Schülerinnen und Schüler auf einen erfolgrei-

chen Lernprozess in der Qualifikationsphase vorzubereiten. Wesentliche Ziele beste-

hen darin, neue fachliche Anforderungen der gymnasialen Oberstufe, u. a. bezüglich

einer verstärkten Formalisierung, Systematisierung und reflektierenden Durchdrin-

gung sowie einer größeren Selbstständigkeit beim Erarbeiten und Bearbeiten fachli-

cher Fragestellungen und Probleme zu verdeutlichen und einzuüben. Dabei ist es

notwendig, die im Unterricht der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu konso-

lidieren und zu vertiefen, um eine gemeinsame Ausgangsbasis für weitere Lernpro-

zesse zu schaffen. Insbesondere in dieser Phase ist eine individuelle Förderung von

Schülerinnen und Schülern mit heterogenen Bildungsbiographien von besonderer Be-

deutung.

In der Qualifikationsphase findet der Unterricht im Fach Physik in einem Kurs auf

grundlegendem Anforderungsniveau (Grundkurs) oder einem Kurs auf erhöhtem An-

forderungsniveau (Leistungskurs) statt.

Während in beiden Kursarten das Experiment im Zentrum stehen sollte, unterscheiden

sich die beiden Kursarten deutlich hinsichtlich der zu erreichenden fachlichen Tiefe,

1

1



Aufgaben und Ziele des Faches

der Systematisierung und Vernetzung der fachlichen Inhalte, der Vielfalt des fachme-

thodischen Vorgehens sowie dem Grad der Mathematisierung. Insbesondere im

Grundkurs basiert der Unterricht auf der experimentellen Methode, da diese den be-

sonderen Charakter der Physik als Experimentalwissenschaft verdeutlicht. Die Beto-

nung liegt dabei auf spezifischen Funktionen von Experimenten im physikalischen

Erkenntnisprozess wie auch auf ihrer Bedeutung für technische Anwendungen. Eine

experimentell ausgerichtete Arbeitsweise im Physikunterricht trägt zu vertiefter Allge-

meinbildung und Studierfähigkeit bei.

Während die Kompetenzen im Grundkurs mit einem klaren Fokus auf ausgewählten

Kontexten und *Schlüsselexperimenten* (kursiv hervorgehoben) exemplarisch erarbei-

tet werden, werden die Kompetenzen im Leistungskurs aus verschiedenen Perspekti-

ven sowie an Kontexten vermittelt und deutlich stärker vernetzt. Die Schülerinnen und

Schüler erwerben dadurch zunehmend Fähigkeiten zum selbstständigen Arbeiten an

physikalischen Problemstellungen. Um die beschriebenen Ziele des Faches und die

Kompetenzerwartungen zu erreichen, sollte – wenn immer möglich – dem Realexpe-

riment der Lehrkräfte oder der Schülerinnen und Schüler gegenüber alternativen me-

dialen Formaten der Vorzug gegeben werden.

Der vorliegende Kernlehrplan ist so gestaltet, dass er Freiräume für Vertiefung, schul-

eigene Projekte und aktuelle Entwicklungen lässt. Die Umsetzung der verbindlichen

curricularen Vorgaben in schuleigene Vorgaben liegt in der Gestaltungsfreiheit – und

Gestaltungspflicht – der Fachkonferenzen sowie in der pädagogischen Verantwortung

der Lehrerinnen und Lehrer. Damit ist der Rahmen geschaffen, gezielt Kompetenzen

und Interessen der Schülerinnen und Schüler aufzugreifen und zu fördern bzw. Ergän-

zungen der jeweiligen Schule in sinnvoller Erweiterung der Kompetenzen und Inhalte

zu ermöglichen.

1

2



**2**

**Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartun-**

**gen**

Im Kapitel „Aufgaben und Ziele“ der Kernlehrpläne werden u. a. Ziele bzw. die über-

greifende fachliche Kompetenz des Faches beschrieben, die Schülerinnen und Schü-

ler im jeweiligen Fach entwickeln sollen.

Diese werden ausdifferenziert, indem fachspezifische Kompetenzbereiche und In-

haltsfelder identifiziert und ausgewiesen werden. Dieses analytische Vorgehen erfolgt,

um die Strukturierung der fachrelevanten Prozesse einerseits sowie der Gegenstände

andererseits transparent zu machen. In Kompetenzerwartungen werden beide Seiten

miteinander verknüpft. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass der gleich-

zeitige Einsatz von Können und Wissen bei der Bewältigung von Anforderungssituati-

onen eine zentrale Rolle spielt.

**Ziele des Faches/**

**Übergreifende fachliche Kompetenz**

Kapitel 1

**Kompetenzbereiche**

**Inhaltsfelder**

(Gegenstände)

**Basiskonzepte**

(Prozesse)

Kapitel 2.1.3

Kapitel 2.1.1

Kapitel 2.1.2

**Kompetenzerwartungen**

(Verknüpfung von Prozessen und Gegenständen)

Kapitel 2.2 - 2.3

*Kompetenzbereiche* repräsentieren die Grunddimensionen des fachlichen Handelns.

Sie dienen dazu, die einzelnen Teiloperationen entlang der fachlichen Kerne zu struk-

turieren und den Zugriff für die am Lehr-Lernprozess Beteiligten zu verdeutlichen.

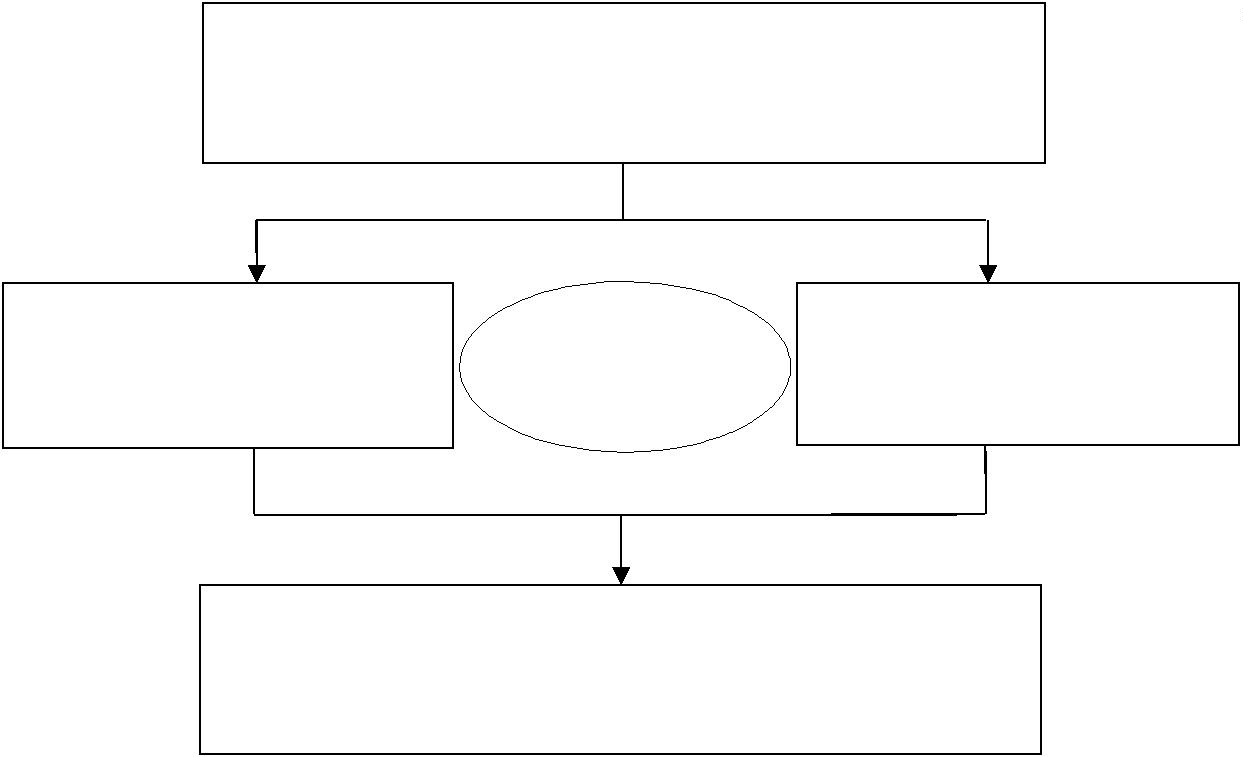
*Inhaltsfelder* systematisieren mit ihren jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten die im

Unterricht verbindlichen und unverzichtbaren Gegenstände und liefern Hinweise für

die inhaltliche Ausrichtung des Lehrens und Lernens.

1

3



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

*Basiskonzepte* strukturieren die Beschreibung fachlicher Sachverhalte denen fachspe-

zifische Gemeinsamkeiten zugrunde liegen. Sie ermöglichen die Vernetzung fachlicher

Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven.

*Kompetenzerwartungen* führen Prozesse und Gegenstände zusammen und beschrei-

ben die fachlichen Anforderungen und intendierten Lernergebnisse, die kontinuierlich

bis zum Ende der Sekundarstufe II erreicht werden sollen.

Kompetenzerwartungen

•

•

beziehen sich auf beobachtbare Handlungen und sind auf die Bewältigung von

Anforderungssituationen ausgerichtet,

stellen im Sinne von Regelstandards die erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten

und Fertigkeiten auf einem mittleren Abstraktionsgrad dar,

•

•

beschreiben Ergebnisse eines kumulativen, systematisch vernetzten Lernens,

können in Aufgabenstellungen umgesetzt und überprüft werden.

Insgesamt ist der Unterricht in der Sekundarstufe II nicht allein auf das Erreichen der

aufgeführten Kompetenzerwartungen beschränkt, sondern soll es Schülerinnen und

Schülern ermöglichen, diese weiter auszubauen und darüber hinausgehendes Wissen

und Können zu erwerben.

1

4



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**2.1 Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches**

Der Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe ermöglicht den Erwerb von Kom-

petenzen, die für ein vertiefte physikalisch-naturwissenschaftliche Bildung erforderlich

sind.

**2.1.1 Kompetenzbereiche**

Die Physik unterscheidet die vier untereinander vernetzten Kompetenzbereiche Sach-

kompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz sowie Be-

wertungskompetenz.

Die **Sachkompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis natur-

wissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren verbunden mit der Fähigkeit,

diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um

Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Das wissenschaftliche Vorgehen der Physik lässt sich im Wesentlichen in zwei funda-

mentale, eng miteinander verwobene Bereiche einteilen: die theoretische Beschrei-

bung von Phänomenen und das experimentelle Arbeiten. Die Vertrautheit mit

physikalischem Fachwissen sowie mit der Nutzung physikalischer Grundprinzipien

und Arbeitsweisen bildet eine unverzichtbare Grundlage für das Verständnis wissen-

schaftlicher sowie alltäglicher Sachverhalte aus vielen Bereichen, z. B. aus Umwelt,

Technik oder auch Medizin. Daher leistet physikalische Sachkompetenz einen wichti-

gen Beitrag sowohl zur Studierfähigkeit als auch zur Allgemeinbildung.

Sachkompetenz zeigt sich in der Physik in der Nutzung von Fachwissen zur Bearbei-

tung von sowohl innerfachlichen als auch kontextbezogenen Aufgaben und Proble-

men. Dazu gehört die theoriebasierte Beschreibung von Phänomenen ebenso wie die

qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen anhand geeigneter

Theorien und Modelle. Deren Eigenschaften wie Gültigkeitsbereiche, theoretische Ein-

bettungen und Angemessenheit sind dabei ebenso zu berücksichtigen wie ein ange-

messener Grad der Mathematisierung.

Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Um-

gang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswerteverfahren sind Be-

standteil der Sachkompetenz. Die Planung und Konzeption von Experimenten

hingegen ist dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet.

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in

der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen verbunden mit der

1

5



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnispro-

zesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen

zu reflektieren.

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische

Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen, Modellen und Theo-

rien einhergeht, und zum anderen durch empirische Methoden, v. a. das Experimen-

tieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz dieser Beschreibung abgesichert werden.

Das Wechselspiel von Theorie und Experiment in der naturwissenschaftlichen For-

schung umfasst typischerweise folgende zentrale Schritte:

•

•

•

•

Formulierung von Fragestellungen,

Ableitung von Hypothesen,

Planung und Durchführung von Untersuchungen,

Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stüt-

zung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Experimentelle Ergebnisse und aus Modellen abgeleitete Annahmen werden interpre-

tiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess wird im Hinblick auf wissen-

schaftliche Güte reflektiert. Auf der Metaebene werden die Merkmale

naturwissenschaftlicher Verfahren und Methoden charakterisiert und von den nicht-

naturwissenschaftlichen abgegrenzt. Das Durchführen eines erlernten Verfahrens

oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisge-

winnung als Ganzes ist im Kernlehrplan der Sachkompetenz zugeordnet.

Die **Kommunikationskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der

Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstruktu-

ren verbunden mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu

erschließen, adressaten- und situationsgerecht, auch in digitalen kollaborativen Ar-

beitssituationen darzustellen und auszutauschen.

In der Physik wird unter Verwendung strukturierter und standardisierter Formulierun-

gen und Darstellungen rational, fakten- oder evidenzbasiert kommuniziert. Das Ver-

ständnis dieser Art der Kommunikation und die Fähigkeit, sie mitzugestalten,

ermöglichen die selbstbestimmte Teilhabe an wissenschaftlichen und gesellschaftlich

relevanten Diskussionen. Physikalische Kommunikationskompetenz zeigt sich im Ver-

ständnis und in der Nutzung von definierten Begrifflichkeiten, fachtypischen Darstel-

lungen und Argumentationsstrukturen, die mathematische Logik und verlässliche

Quellen als Belege für die Glaubwürdigkeit und Objektivität von Aussagen und Argu-

menten verwenden. Das physikalische Fachvokabular setzt sich dabei zusammen aus

etablierten Fachbegriffen, abstrakten Symbolen und standardisierten Einheiten. Für

1

6



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Diskussionen außerhalb der Physik sind vor allem die physiktypische Nutzung be-

stimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer

Verknüpfungen und der Wechsel zwischen situationsspezifischen und verallgemeiner-

ten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Physikalisch Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Er-

schließen, Aufbereiten und Austauschen. Im Fach Physik tauschen die Schülerinnen

und Schüler Informationen mit Kommunikationspartnern kompetent aus, wenn sie In-

formationen aus Quellen entnehmen, überzeugend präsentieren und sich reflektiert

an fachlichen Diskussionen beteiligen. Die sprachliche sowie mathematische Darstel-

lung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist dagegen Ausdruck von Sach-

bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenz. Die Berücksichtigung von außerfachlichen

Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung ist im Kernlehrplan

im Kompetenzbereich Bewerten enthalten.

Die **Bewertungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis

von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren verbunden

mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener

Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen

auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Fol-

gen zu reflektieren.

Um in Praxissituationen einen Bewertungsprozess durchführen zu können, ist es not-

wendig, Wissen über Bewertungsverfahren zu haben, wissenschaftliche sowie nicht-

wissenschaftliche Aussagen anhand von formalen und inhaltlichen Kriterien prüfen

und den Einfluss von Werten, Normen und Interessen auf Bewertungsergebnisse ein-

schätzen zu können. Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen dabei das Entwi-

ckeln und Reflektieren geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder

Meinungsbildung und das Zusammentragen physikalischer Erkenntnisse, die – orga-

nisiert anhand der Kriterien – als Argumente dienen.

Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu

können, beziehen Schülerinnen und Schüler im Kompetenzbereich Bewerten bei ge-

sellschaftlich relevanten Fragestellungen mit fachlichem Bezug kriteriengeleitet einen

eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie rele-

vante physikalische, aber auch nichtphysikalische (z. B. ökonomische, ökologische,

soziale, politische oder ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und

wägen diese unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegenei-

nander ab. Physikalisch kompetent bewerten heißt insbesondere, über die rein sach-

liche Beurteilung von physikalischen Aussagen hinauszugehen, weshalb rein

1

7



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

innerfachliche Bewertungen z. B. der Anwendbarkeit eines Modells, der Güte von Ex-

perimentierergebnissen oder der Korrektheit fachwissenschaftlicher Argumentationen

zumeist den anderen drei Kompetenzbereichen zugeordnet sind.

**2.1.2 Inhaltsfelder**

Kompetenzen sind immer an fachliche Inhalte gebunden. Eine vertiefte physikalisch-

naturwissenschaftliche Bildung soll deshalb mit Blick auf die nachfolgenden Inhaltsfel-

der bis zum Ende der Sekundarstufe II entwickelt werden.

**Grundlagen der Mechanik (Einführungsphase)**

Wesentliche Aspekte des Inhaltsfelds *Grundlagen der Mechanik* markieren den Beginn

und die Grundlagen der Physik nach heutigem Verständnis. Dieser Bereich der klas-

sischen Mechanik beinhaltet die Analyse und Beschreibung von vorwiegend eindimen-

sionalen Bewegungen, von Kräften und deren Einfluss auf Bewegungsänderungen

sowie von Energie- und Impulserhaltung. Die Auseinandersetzung mit physikalischen

Phänomenen erfolgt hier und in allen weiteren Inhaltsfeldern mit zunehmender Mathe-

matisierung. Die funktionalen Beziehungen zwischen den mechanischen Größen wer-

den in verschiedenen Darstellungsformen (Messwerttabellen, Diagramme, Gesetze)

herausgestellt.

**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (Einführungsphase)**

Die Auseinandersetzung mit der gleichförmigen Kreisbewegung und der Gravitation

vervollständigen die Erkenntnisse zur Mechanik, deren zentrale Konzepte und Sicht-

weisen für das Verstehen der Physik in allen Bereichen einen fundamentalen Refe-

renzrahmen bilden. Die Übertragung mechanischer Gesetzmäßigkeiten auf die

Bewegung von Himmelskörpern und die Würdigung bedeutsamer historischer Beiträge

zur Herausbildung eines wissenschaftlich-physikalischen Weltbilds stellen einen wei-

teren Aspekt dieses Inhaltsfelds dar. Mit dem Einblick in Grundprinzipien der speziellen

Relativitätstheorie am Beispiel der Zeitdilatation wird nachvollziehbar, dass das klas-

sische physikalische Weltbild zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine Revolutionierung

erfuhr. Andere relativistische Phänomene sind exemplarisch in ihren Grundzügen in

weiteren Inhaltsfeldern der Qualifikationsphase eingebunden.

**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern (Qualifikationsphase –**

**Grundkurs)**

Im Inhaltsfeld *Klassische Wellen und Teilchen in Feldern* wird die klassische Betrach-

tungsweise der Natur zunächst fortgesetzt. Eine Säule sind harmonisch-mechanische

Schwingungen, deren Beschreibung und Eigenschaften einschließlich der auftreten-

den Energieumwandlungen sowie darauf aufbauend die Beschreibung mechanischer

Wellen und deren typischer Eigenschaften unter Zugrundelegung des Huygens’schen

1

8



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Prinzips. Die elektrischen und magnetischen Felder begründen die zweite Säule die-

ses Inhaltsfelds. Neben deren qualitativer und quantitativer Beschreibung stehen die

Auswirkungen dieser Felder auf die Bahnen geladener Teilchen einschließlich der wir-

kenden Kräfte im Mittelpunkt. Die Bestimmung der Elementarladung als kleinste, iso-

liert auftretende elektrische Ladung zeigt die besondere Eigenschaft dieser Größe.

**Quantenobjekte (Qualifikationsphase – Grundkurs)**

Im Inhaltsfeld *Quantenobjekte* dienen das Photon und das Elektron als zwei beispiel-

hafte Quantenobjekte, die beide in unterschiedlichen Experimenten sowohl Teilchen-

als auch Wellencharakter zeigen. Mit der Physik der Quantenobjekte gelingt die Auf-

hebung dieser komplementären Beschreibungen. Die Sicht auf Quantenobjekte ver-

bindet Wellen- und Teilchenaspekte der Materie mithilfe von Wahrscheinlichkeits-

aussagen. Die Quantenphysik ist ein Beispiel für ein Teilgebiet der modernen Physik,

das die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit im Besonderen aufzeigt.

**Elektrodynamik und Energieübertragung (Qualifikationsphase – Grundkurs)**

Im Inhaltsfeld *Elektrodynamik und Energieübertragung* stehen physikalische Grundla-

gen der Versorgung mit elektrischer Energie im Vordergrund. Die elektromagnetische

Induktion spielt sowohl bei der Erzeugung elektrischer Spannungen als auch bei der

Verteilung der elektrischen Energie eine wesentliche Rolle. Elektrodynamische Pro-

zesse bei Kondensatoren und Spulen sowie deren Zusammenwirken haben in weiten

Bereichen unseres täglichen Lebens vielfältige und umfangreiche Anwendung gefun-

den. Fragen der Energieversorgung, -speicherung und -rückgewinnung sind wichtige

Zukunftsfragen.

**Strahlung und Materie (Qualifikationsphase – Grundkurs)**

Das Inhaltsfeld *Strahlung und Materie* umfasst Modelle und Vorstellungen vom Aufbau

des Atoms, seiner Hülle und seines Kerns sowie die Entstehung und Eigenschaften

von Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung. Die Linienspektren leuchtender

Gase und die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs begründen das Modell diskreter

Energiezustände in der Atomhülle. Hochenergetische elektromagnetische Strahlung

sowie Alpha- und Betastrahlung sind insbesondere durch ihre Ionisierungsfähigkeit

gekennzeichnet. Die Entstehung und die Eigenschaften von ionisierender Strahlung

bieten Entscheidungsgrundlagen zum Umgang mit dieser Strahlung in Alltag und

Medizin.

**Ladungen, Felder und Induktion (Qualifikationsphase – Leistungskurs)**

Im Inhaltsfeld *Ladungen, Felder und Induktion* stehen zunächst das elektrische Feld,

elektrostatische Phänomene, das elektrische Potential und die Auf- und Entladevor-

1

9



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

gänge am Kondensator im Mittelpunkt. Es folgen die qualitative und quantitative Be-

schreibung des elektrischen und des magnetischen Felds. Eigenschaften elektrischer

Ladungsträger und ihr Verhalten in elektrischen und magnetischen Feldern werden

untersucht. Die elektromagnetische Induktion stellt eine Verbindung zwischen elektri-

schen und magnetischen Erscheinungen dar. Dieses Inhaltsfeld liefert fundamentale

Aussagen über elektrische und magnetische Phänomene, die in weiten Bereichen

unseres täglichen Lebens vielfältige Anwendung gefunden haben und auch in der

Zukunft bedeutsam bleiben werden.

**Schwingende Systeme und Wellen (Qualifikationsphase – Leistungskurs)**

Der Untersuchung harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen und der

Beschreibung deren typischer Eigenschaften folgt weitgehend in Analogie die Betrach-

tung elektromagnetischer Schwingungen und Wellen auch unter Einbeziehung ener-

getischer Aspekte. Die mathematische Modellierung mechanischer und

elektromagnetischer Schwingungsvorgänge mittels Differentialgleichungen ist prä-

gend für dieses Inhaltsfeld. Interferenz an Spalten, Gittern und beim Interferometer

wird als typisches Wellenphänomen thematisiert.

**Quantenphysik (Qualifikationsphase – Leistungskurs)**

Im Inhaltsfeld *Quantenphysik* geht es um Eigenschaften von Photonen und Elektronen

als Quantenobjekte mit dem Ziel, Abgrenzungen und Unterschiede zwischen Ideen der

klassischen Physik und der Quantenphysik aufzuzeigen. Die Sicht auf Quantenobjekte

verbindet den Wellen- und Teilchenaspekt der Materie mithilfe von Wahrscheinlich-

keitsaussagen. In der Quantenphysik spiegelt sich beispielhaft die moderne Weiter-

entwicklung des physikalischen Weltbilds wider.

**Atom- und Kernphysik (Qualifikationsphase – Leistungskurs)**

Das Inhaltsfeld *Atom- und Kernphysik* beinhaltet den Aufbau des Atoms, seiner Hülle

und seines Kerns sowie den Aufbau der Materie im Kleinsten. Betrachtet werden au-

ßerdem ionisierende Strahlung, radioaktive Zerfallsprozesse bei Atomkernen sowie

Kernumwandlungen durch Kernspaltung und Kernfusion. Die Behandlung von Atom-

und Kernphysik bietet einerseits einen Einblick in den Aufbau der Materie unter dem

Aspekt des Wandels historischer Atommodelle und liefert andererseits Entscheidungs-

grundlagen für die Einschätzung des Für und Widers im Umgang mit ionisierender

Strahlung und deren Nutzung in Alltag und Medizin.

2

0



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**2.1.3 Basiskonzepte**

Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie

können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschlie-

ßung neuer Inhalte fördern.

Basiskonzepte werden in Lehr-Lernprozessen wiederholt thematisiert und ausdifferen-

ziert. Den Schülerinnen und Schülern wird aufgezeigt, dass diese grundlegenden Kon-

zepte in vielen verschiedenen Lernbereichen einsetzbar sind und einen

systematischen Wissensaufbau und somit den Erwerb eines strukturierten und mit an-

deren Naturwissenschaften vernetzten Wissens unterstützen

Die Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife geben fol-

gende Basiskonzepte vor:

•

•

•

•

Erhaltung und Gleichgewicht

Superposition und Komponenten

Mathematisieren und Vorhersagen

Zufall und Determiniertheit

In den Kapiteln 2.2 und 2.3 werden jeweils im Anschluss an die inhaltlichen Schwer-

punkte und die konkretisierten Kompetenzerwartungen ausgewählte Beiträge zu den

Basiskonzepten aufgeführt. Die dort exemplarisch aufgezeigten Aspekte des Inhalts-

feldes eignen sich besonders als Beitrag zum Aufbau des jeweiligen Basiskonzepts,

sind jedoch nicht als abschließende Auflistung zu verstehen.

2

1



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**2.2 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum**

**Ende der Einführungsphase**

Am Ende der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf

der Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe I – über die im Folgenden genannten

**übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergrei-

fend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungs-

kompetenz

und

Bewertungskompetenz

anschließend

inhaltsfeldbezogen

konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompe-

tenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten

Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

**Sachkompetenz**

*Modelle und Konzepte zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

S1

S2

S3

erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten,

übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen,

beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Konzepten und geben deren

Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten an,

wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Kon-

zepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begrün-

det aus.

*Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

S4

bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen

Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch

und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Mess-

werte,

S5

S6

beschreiben bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponen-

ten eines Versuchsaufbaus,

nutzen bekannte Auswerteverfahren für Messergebnisse,

2

2



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

S7

wenden unter Anleitung mathematische Verfahren auf physikalische Sachver-

halte an.

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

*Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Konzepten bil-*

*den*

Die Schülerinnen und Schüler

E1

E2

identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,

stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unter-*

*suchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

E3

E4

E5

erläutern an ausgewählten Beispielen die Eignung von Untersuchungsverfah-

ren zur Prüfung bestimmter Hypothesen,

modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer

Darstellungen und digitaler Werkzeuge,

konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer phy-

sikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

E6

untersuchen mithilfe bekannter Modelle und Konzepte die in erhobenen oder

recherchierten Daten vorliegenden Strukturen und Beziehungen,

E7

E8

berücksichtigen Messunsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse,

untersuchen die Eignung physikalischer Modelle und Konzepte für die Lösung

von Problemen,

E9

beschreiben an ausgewählten Beispielen die Relevanz von Modellen, Konzep-

ten, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnis-

gewinnung.

2

3



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektie-*

*ren*

Die Schülerinnen und Schüler

E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende

Kontexte,

E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungs-

prozesses an ausgewählten Beispielen.

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

K1

K2

K3

recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und

digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

analysieren verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fach-

sprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,

entnehmen unter Anleitung und Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Be-

obachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben

diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

K4

K5

formulieren unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt,

wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die In-

halte von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen aus,

K6

K7

veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge,

präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse un-

ter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

*Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

K8

nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten

zur Beurteilung vorgegebener Darstellungen,

2

4



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

K9

tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv

über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituati-

onen aus,

K10 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

**Bewertungskompetenz**

*Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

B1

B2

erarbeiten aus verschiedenen Perspektiven eine schlüssige Argumentation,

analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher

Art hinsichtlich ihrer Relevanz.

*Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

B3

B4

entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in ge-

sellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem

Bezug,

bilden sich reflektiert ein eigenes Urteil.

*Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

B5

B6

B7

B8

vollziehen Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder

Risikoeinschätzungen nach,

beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung

auch in Alltagssituationen,

identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Ent-

scheidungen mit physikalischem Hintergrund,

identifizieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeu-

tung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder all-

täglichen Zusammenhängen.

2

5



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung

der nachfolgenden, für die Einführungsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwi-

ckelt werden:

•

•

Grundlagen der Mechanik

Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.2) sowie die unten auf-

geführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgen-

den **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

**Inhaltsfeld Grundlagen der Mechanik**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

•

Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier

Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen

Dynamik: Newton‘sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht;

Reibungskräfte

Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie);

Energiebilanzen; Stoßvorgänge

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse,

Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unter-

schiedlichen Beispielen (S1, K4),

unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und

erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3,

S4, S7),

•

•

beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertra-

gung (S1, S2, K3),

analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantita-

tiv sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3,

S4, K7),

•

•

stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerle-

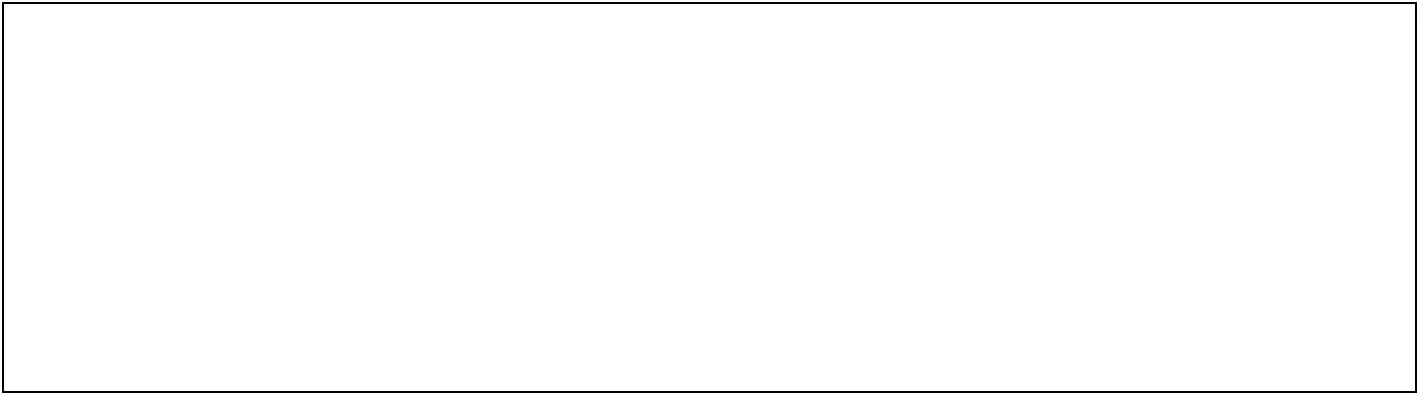
gung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),

erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton’schen Gesetzen Be-

wegungen (S1, E2, K4),

2

6



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewe-

gungen (S1, S2, K4).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

•

•

•

planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersu-

chung einfacher Bewegungen (E5, S5),

interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer

Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),

untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des

Newton‘schen Kraftgesetzes (E4, K4),

begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen

(E3, E8, S5, K4),

ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen

zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),

bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathemati-

scher Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe

geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),

bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den

Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5),

bewerten die Darstellung bekannter, vorrangig mechanischer Phänomene in

verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2,

K8).

2

7



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Impuls sowie mechanische Energie sind erste Beispiele für streng bilanzierbare

Erhaltungsgrößen in der Physik.

Superposition und Komponenten:

Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft und Impuls sind Beispiele für vektorielle

Größen. Die Komponentenzerlegung dieser vektoriellen Größen erlaubt die Be-

schreibung komplexer Bewegungen.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Unterschiedliche mathematische Darstellungsformen mittels Tabellen, Diagram-

men und Gesetzen ermöglichen eine formale Beschreibung von Bewegungen.

Zufall und Determiniertheit:

Die statistische Messunsicherheit bei der Aufnahme realer Messwerte von

Bewegungen ist ein Beispiel für den Umgang mit dem Zufall in der Physik.

**Inhaltsfeld Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft

Gravitation: Schwerkraft, Newton‘sches Gravitationsgesetz, Kepler‘sche Ge-

setze; Gravitationsfeld

•

Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grund-

prinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreis-

bewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwin-

digkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren

Beziehungen zueinander (S1, S7, K4),

•

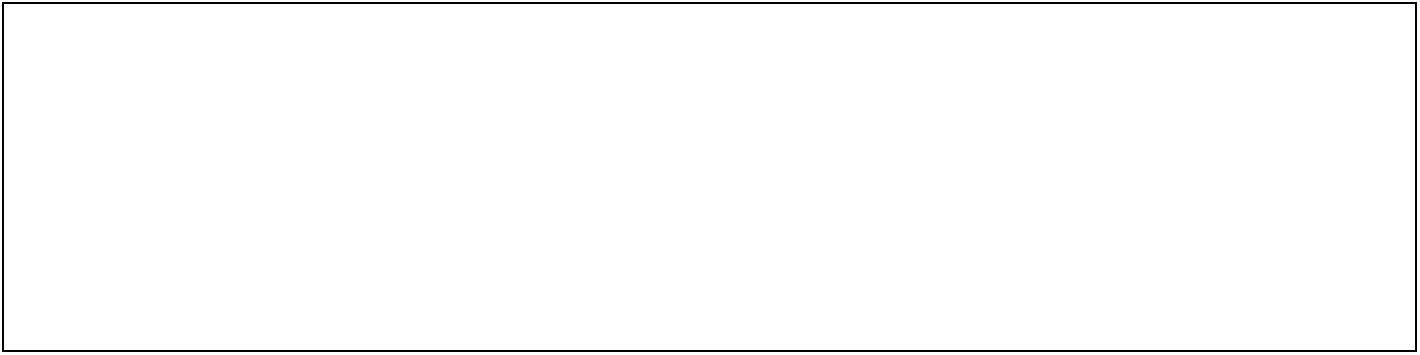
beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende

Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung

(S1, K3),

2

8



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

•

erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper an-

hand des Newton‘schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts

(S2, S3, K4),

stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskör-

per beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen

Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse

dar (S2, K1, K3, K10),

•

•

•

erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewe-

gungen (S2, S3, K4),

erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangs-

punkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),

erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grund-

legender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeit-

dilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3,

S5, S7).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

•

interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersu-

chung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),

deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ

als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),

ermitteln mithilfe der Kepler‘schen Gesetze und des Newton’schen Gravitati-

onsgesetzes astronomische Größen (E4, E8, E10),

ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung

der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentri-

schen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion

ein (B8, K3),

beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellun-

gen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und

Relevanz (B2, K9, K10).

2

9



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Mathematisieren und Vorhersagen:

Die Berechnung der Bahndaten von Satelliten und Planeten anhand des

Newton’schen Gravitationsgesetzes sowie die Bestimmung astronomischer Grö-

ßen auf Basis der Kepler’schen Gesetze zeigen die Vorhersagbarkeit dieser Vor-

gänge.

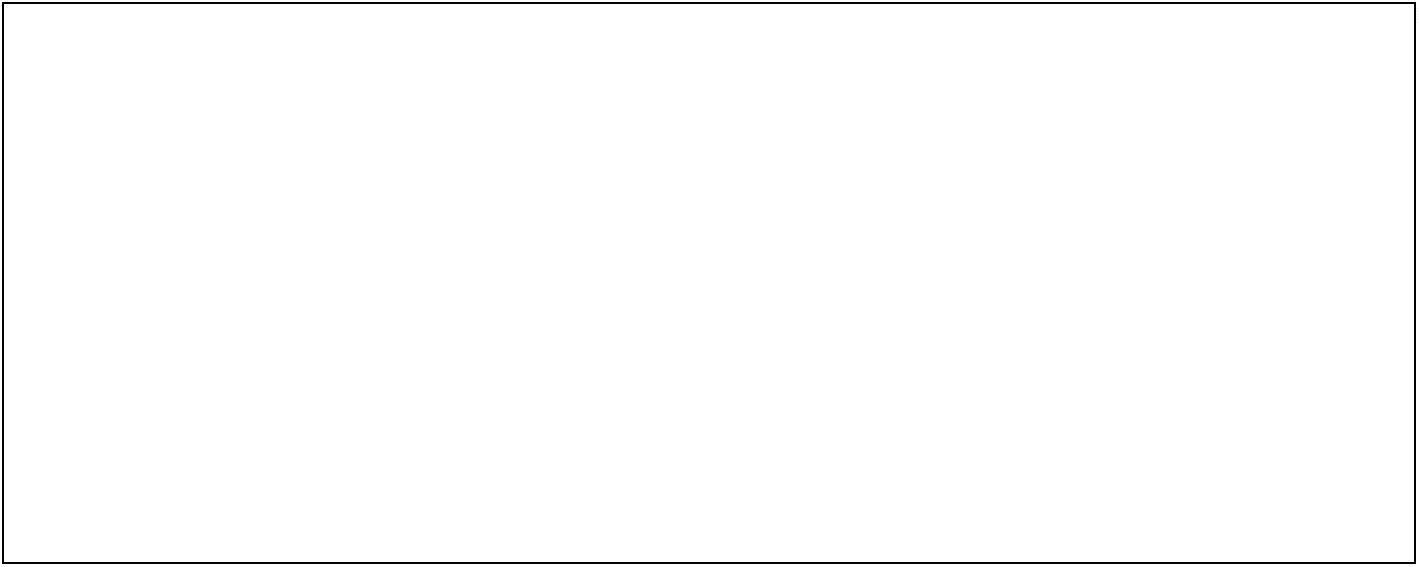
Zufall und Determiniertheit:

Die Regelmäßigkeit der Planetenbewegungen um die Sonne ist ein Beispiel für die

Determiniertheit physikalischer Abläufe durch Naturgesetze.

3

0



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**2.3 Kompetenzerwartungen und Inhaltliche Schwerpunkte bis zum**

**Ende der Qualifikationsphase**

Am Ende der Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend

auf der Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase – über die im Folgenden ge-

nannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen

verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergrei-

fend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungs-

kompetenz

und

Bewertungskompetenz

anschließend

inhaltsfeldbezogen

konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompe-

tenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten

Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

**Sachkompetenz**

*Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

S1

erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien,

übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen auch auf der Grundlage ei-

nes vernetzten physikalischen Wissens,

S2

S3

beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und erläutern de-

ren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten,

wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Theo-

rien sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begrün-

det aus.

*Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

S4

bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwer-

terfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und pro-

tokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte,

S5

S6

erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten

eines Versuchsaufbaus,

erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an,

3

1



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

*Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

E1

identifizieren und entwickeln in unterschiedlichen Kontexten naturwissenschaft-

lich-technische Probleme und Fragestellungen zu physikalischen Sachverhal-

ten,

E2

stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unter-*

*suchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

E3

beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter

Hypothesen,

E4

modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellun-

gen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experi-

mentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen,

E5

konzipieren geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer

physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

E6

E7

E8

E9

erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recher-

chierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen,

berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die

Interpretation des Ergebnisses,

beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von

Problemen,

reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimen-

ten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.

3

2



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektie-*

*ren*

Die Schülerinnen und Schüler

E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende

Kontexte und reflektieren ihre Generalisierbarkeit,

E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungs-

prozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Fal-

sifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

K1

K2

K3

recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und

digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache

und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,

entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Dar-

stellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender

Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

K4

formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal kor-

rekt strukturiert,

K5

wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die In-

halte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen

aus,

K6

K7

veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatenge-

rechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge,

präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse

sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und

digitaler Medien.

3

3



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

*Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

K8

K9

nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten

zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Ar-

gumentationen,

tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in

digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, vertreten, reflektieren und korri-

gieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,

K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zi-

tate.

**Bewertungskompetenz**

*Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

B1

erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und

überzeugenden Argumentation,

B2

beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher

Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.

*Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

B3

B4

entwickeln anhand geeigneter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in ge-

sellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem

Bezug und wägen diese gegeneinander ab,

bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Ur-

teil.

*Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

B5

reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder

Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungs-

prozesses,

3

4



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

B6

B7

B8

beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung

und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein,

reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesell-

schaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund,

reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung

physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltägli-

chen Zusammenhängen.

**2.3.1 Grundkurs**

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung

der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwi-

ckelt werden:

•

•

•

•

Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern

Quantenobjekte

Elektrodynamik und Energieübertragung

Strahlung und Materie

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten auf-

geführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgen-

den **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

**Inhaltsfeld Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen

und Wellen; Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superpo-

sition und Polarisation von Wellen

•

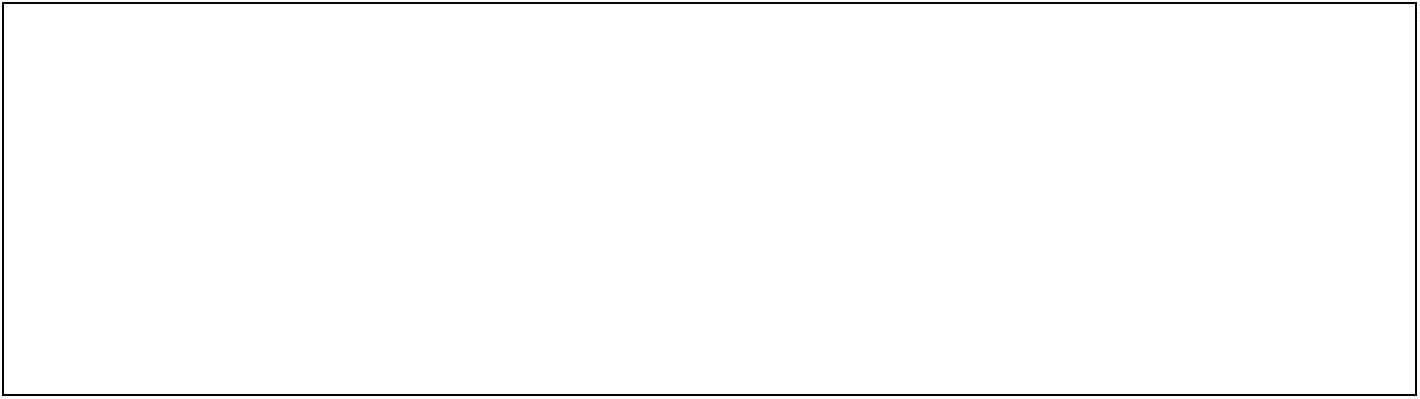
Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feld-

stärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von gela-

denen Teilchen in homogenen Feldern

3

5



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und

Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer,

Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusam-

menhänge (S1, S3),

•

•

erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer

Schwingungen (S1, S2, K4),

erläutern mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ auf der Grundlage des

Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Re-

flexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),

•

•

erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),

erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudi-

nal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),

•

•

•

stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern

sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1,

K6),

beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und mag-

netischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen

Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),

erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen

elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen

Feld (S3),

•

•

berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlau-

fen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3),

erläutern am *Fadenstrahlrohr* die Erzeugung freier Elektronen durch den glüh-

elektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektri-

schen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch

die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrö-

ßen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werk-

zeuge aus (E6, S4, K6),

•

•

ordnen dem zeitlichen Verlauf von Elongation, Geschwindigkeit und Beschleu-

nigung deren Funktionsgleichungen zu und wenden diese an (E4, E6, S3),

weisen anhand des Interferenzmusters bei *Doppelspalt-* und *Gitterversuchen*

mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und

3

6



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4),

•

•

•

entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische

Feldlinienbilder (E4, E6),

modellieren mathematisch die Beobachtungen am *Fadenstrahlrohr* und ermit-

teln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7),

erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren

Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektri-

schen und magnetischen Feldern (E2, K4),

•

•

•

schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des

*Millikan-Versuchs* auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8),

wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an

(E3, K6),

erschließen sich die Funktionsweise des *Zyklotrons* auch mithilfe von Simulati-

onen (E1, E10, S1, K1).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom gelade-

ner Teilchen aus dem Weltall (B4, K3)

beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eig-

nung (B7, K1, K5).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Mithilfe der Energieerhaltung können periodische Zustandsänderungen bei mecha-

nischen Schwingungen erläutert werden.

Superposition und Komponenten:

Das Superpositionsprinzip kann die Überlagerung mechanischer Wellen beschrei-

ben.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Im Rahmen der klassischen Betrachtung von Teilchen in Feldern lassen sich am

Beispiel des Fadenstrahlrohrs exakte Vorhersagen über die Bahnen geladener Teil-

chen treffen.

3

7



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Quantenobjekte**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt

Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elekt-

ronen am Doppelspalt

•

Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopen-

hagener Deutung

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

•

erläutern anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter

von Licht (S1, E9, K3),

stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied

zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4),

wenden die De-Broglie-Beziehung an, um das Beugungsbild beim *Doppel-*

*spaltversuch mit Elektronen* quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9),

erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieab-

gabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3,

E6, K3),

•

•

•

berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanteno-

bjekte (S3),

erklären an einer exemplarischen Darstellung die Wahrscheinlichkeitsinterpre-

tation für Quantenobjekte (S1, K3),

erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung

für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interfe-

renzexperiment (S2, K4).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

leiten anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Zusammenhang von

Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6),

untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am

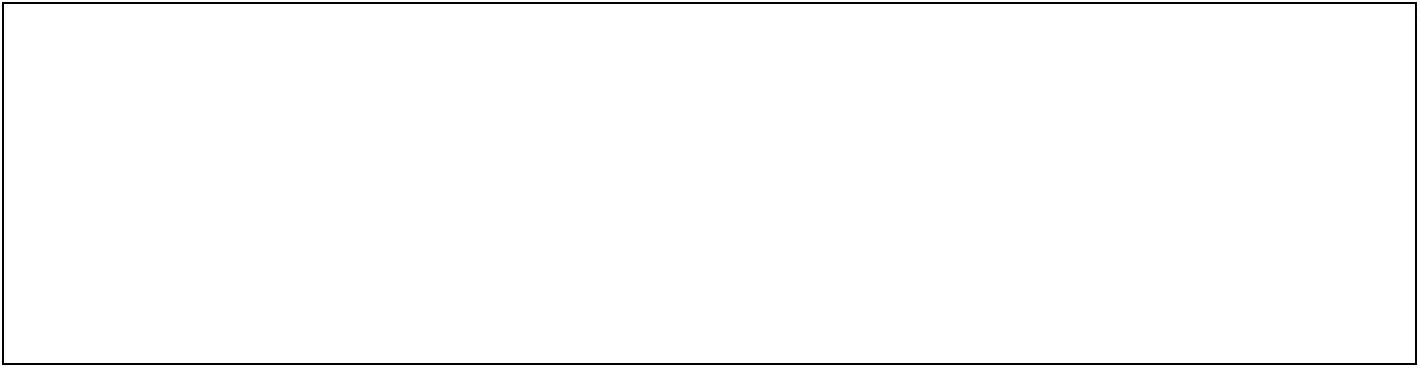
Doppelspalt (E4, E8, K6, K7),

beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und

Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8).

3

8



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschau-

ungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),

stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung

dar (B8, K9),

beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der

physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Deutung des Photoeffekts ist ein Beispiel für die Anwendung der Energieerhal-

tung.

Superposition und Komponenten:

Die konstruktive und destruktive Interferenz beim Doppelspaltexperiment mit Quan-

ten-objekten sind ein Beispiel für die Superposition quantenmechanischer Zu-

stände zu einer Auftreffwahrscheinlichkeit.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Die Lichtquantenhypothese ermöglicht zusammen mit Energie- und Impulserhal-

tung die Mathematisierung von Wechselwirkungsprozessen von Licht mit Materie.

Die De-Broglie-Hypothese ermöglicht zusammen mit dem Konzept der Materiewel-

len eine Mathematisierung der räumlichen Ausbreitung von Elektronen am Doppel-

spalt.

Zufall und Determiniertheit:

Die Determiniertheit von Zufallsverteilungen ist charakteristisch für die Aussagen

der Quantenphysik.

3

9



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Elektrodynamik und Energieübertragung**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Indukti-

onsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator

•

Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwin-

gung

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der *Leiter-*

*schaukel* durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3,

S4, K4),

führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Ände-

rung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetz-

ten Fläche zurück (S1, S2, K4),

•

•

beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in dif-

ferentieller Form des magnetischen Flusses (S7),

untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Strom-

stärken durch *Transformatoren* mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel

für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),

•

•

erklären am physikalischen *Modellexperiment zu Freileitungen* technologische

Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1,

S3, K8),

beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen

diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geo-

metrischen Daten und der Dielektrizitätszahl (S1, S3),

•

•

erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule

und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4),

untersuchen den *Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren* unter Anleitung

experimentell (S4, S6, K6).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

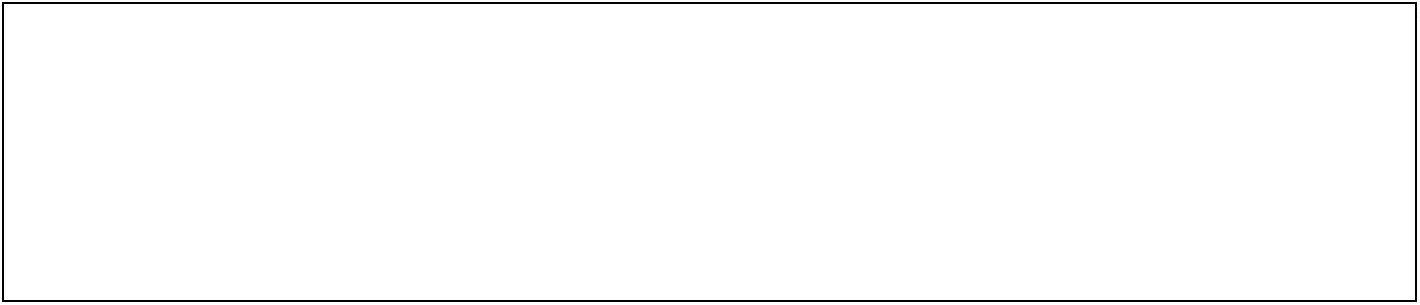
interpretieren die mit einem *Oszilloskop* bzw. *Messwerterfassungssystem a*uf-

genommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungs-

versuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),

4

0



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

•

modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die

beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstan-

ten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7),

modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei *Auf- und*

*Entladevorgängen bei Kondensatoren* unter Berücksichtigung des Widerstan-

des und der Kapazität (E4, E6, S7),

•

•

erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in *Generato-*

*ren* mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4),

stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim *Thomson’schen Ringver-*

*such* bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und

erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8),

•

interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im *Q-U-*

Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung

unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10),

beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewähl-

ten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9),

beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Indukti-

onsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Energieerhaltung ist die Grundlage für die qualitative Erklärung der Prozesse

bei ungedämpften elektromagnetischen Schwingungen.

Superposition und Komponenten:

Die Komponentenzerlegung erklärt Induktionsphänomene bei einer rotierenden

Leiterschleife in einem Magnetfeld.

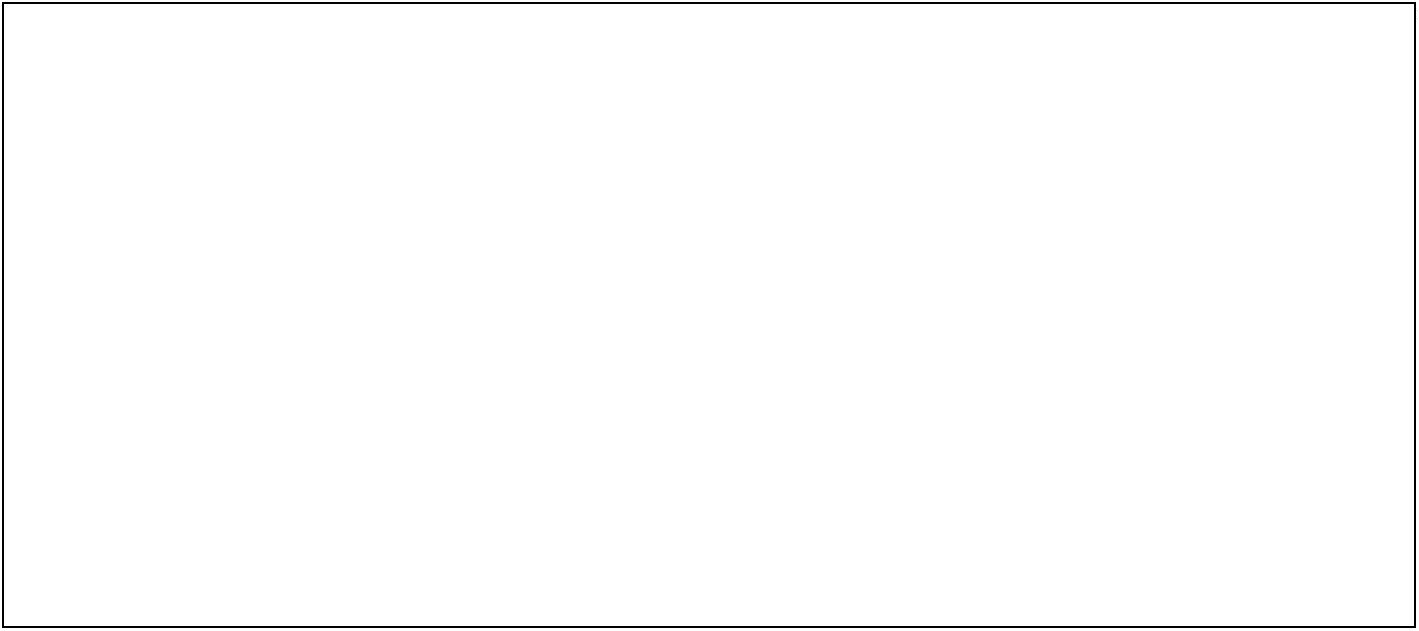
Mathematisieren und Vorhersagen:

Das Induktionsgesetz ermöglicht quantitative Vorhersagen von Spannungssigna-

len.

4

1



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Strahlung und Materie**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

•

Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strah-

lung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen

Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Rönt-

genstrahlung

Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspal-

tung und -fusion

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von

Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer’scher Linien mit den unter-

schiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4),

•

•

•

•

•

•

•

•

•

beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quanten-

physikalischen Atommodells (S2),

interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der

Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),

erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgen-*

*strahlung* (S3, E6, K4),

unterscheiden -, - - Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrah-

lung als Arten ionisierender Strahlung (S1),

ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum

zu (S1, K6),

erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des *Geiger-Müller-Zählrohr*s als

Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),

erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungspro-

zesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),

wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6,

K6),

erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau

der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die

Stabilität des Kerns (S1, S2),

~~•~~

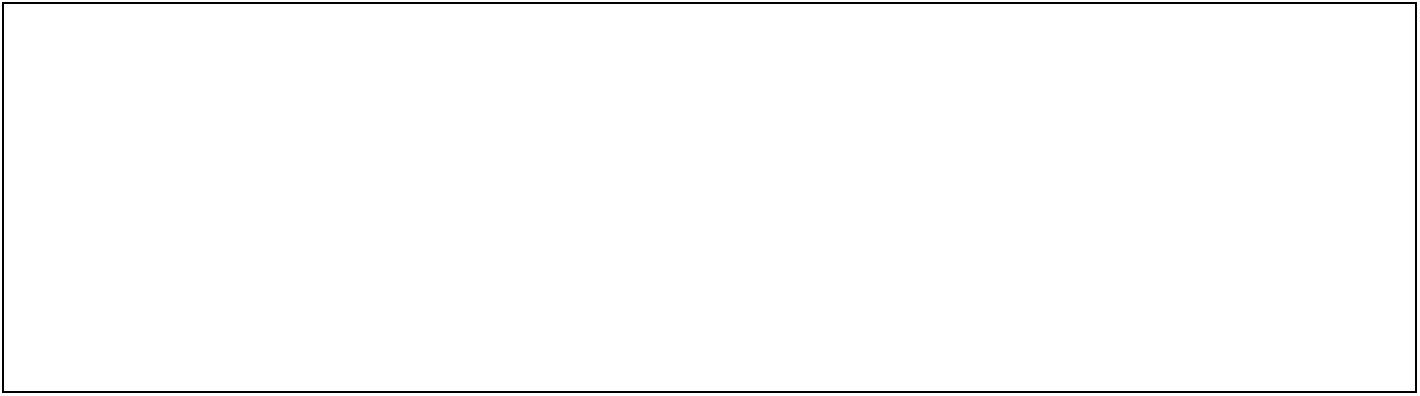
erläutern qualitativ an der −-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mit-

hilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2,

K4),

4

2



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

erklären anhand des Zusammenhangs *E* = *m c*² die Grundlagen der Energie-

freisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

interpretieren die Bedeutung von *Flammenfärbung* und *Linienspektren* bzw.

*Spektralanalyse* für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezu-

stände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),

•

•

interpretieren die Messergebnisse des *Franck-Hertz-Versuchs* (E6, E8, K8),

erklären das *charakteristische Röntgenspektrum* mit den Energieniveaus der

Atomhülle (E6),

•

•

•

•

•

identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand

von Spektraltafeln des *Sonnenspektrums* (E3, E6, K1),

untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei *Absorptionsexperimenten*

unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5),

ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemesse-

nen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6),

begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender

Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),

quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender

Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8,

S3, B2).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen

Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),

vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten

der modernen Physik (B8, K9),

bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Ge-

sundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und

Therapie (B5, B6, K1, K10).

4

3



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Berücksichtigung des Massendefekts erweitert und verallgemeinert das Prinzip

der Energieerhaltung in abgeschlossenen physikalischen Systemen.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Quantitative Atommodelle ermöglichen die Berechnung von Energieniveaus des

Atoms.

Zufall und Determiniertheit:

Der Zerfall eines einzelnen Atomkerns und die Beschreibung des zeitlichen Ablaufs

des Zerfalls einer großen Menge radioaktiver Atomkerne anhand des Zerfallsgeset-

zes sind ein Beispiel für den Zusammenhang von Zufall und Determiniertheit phy-

sikalischer Vorgänge.

**2.3.2 Leistungskurs**

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung

der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwi-

ckelt werden:

•

•

•

•

Ladungen, Felder und Induktion

Schwingende Systeme und Wellen

Quantenphysik

Atom- und Kernphysik

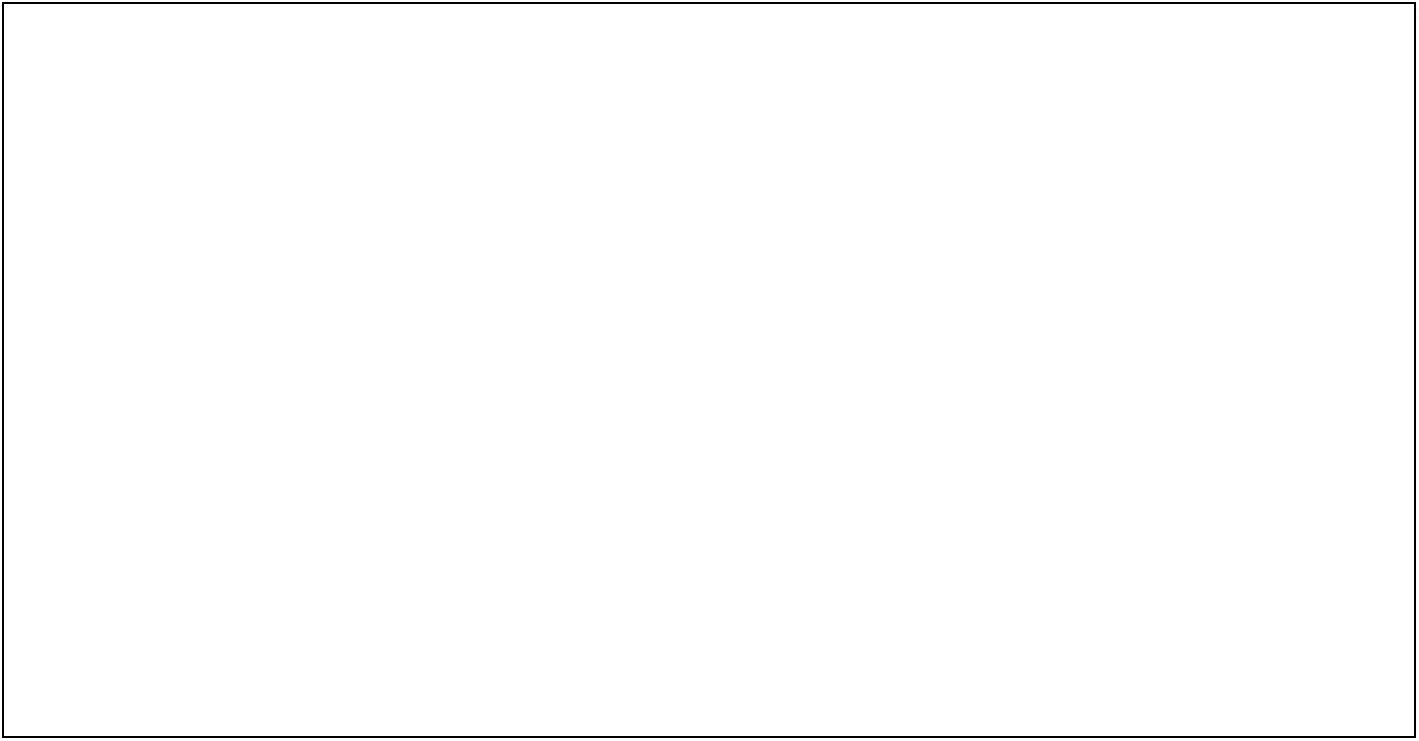
Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten auf-

geführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgen-

den **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

4

4



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Ladungen, Felder und Induktion**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische

Feldstärke; Coulomb’sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Span-

nung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Fluss-

dichte

•

•

Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quer-

feldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und mag-

netischen Feldern

Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz,

Lenz’sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften

elektrischer Ladungen (S1),

stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern

sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1,

K6),

•

•

beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und mag-

netischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen

Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),

erläutern den Zusammenhang von elektrischer Feldstärke, elektrischer Span-

nung und Energie quantitativ im Plattenkondensator und qualitativ im Radial-

feld unter Verwendung der Begriffe Potential und Potentialdifferenz (S1, S3,

K4),

•

•

•

erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundle-

genden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5,

E7, K9),

erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahl-

rohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier

Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5),

beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung,

Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität

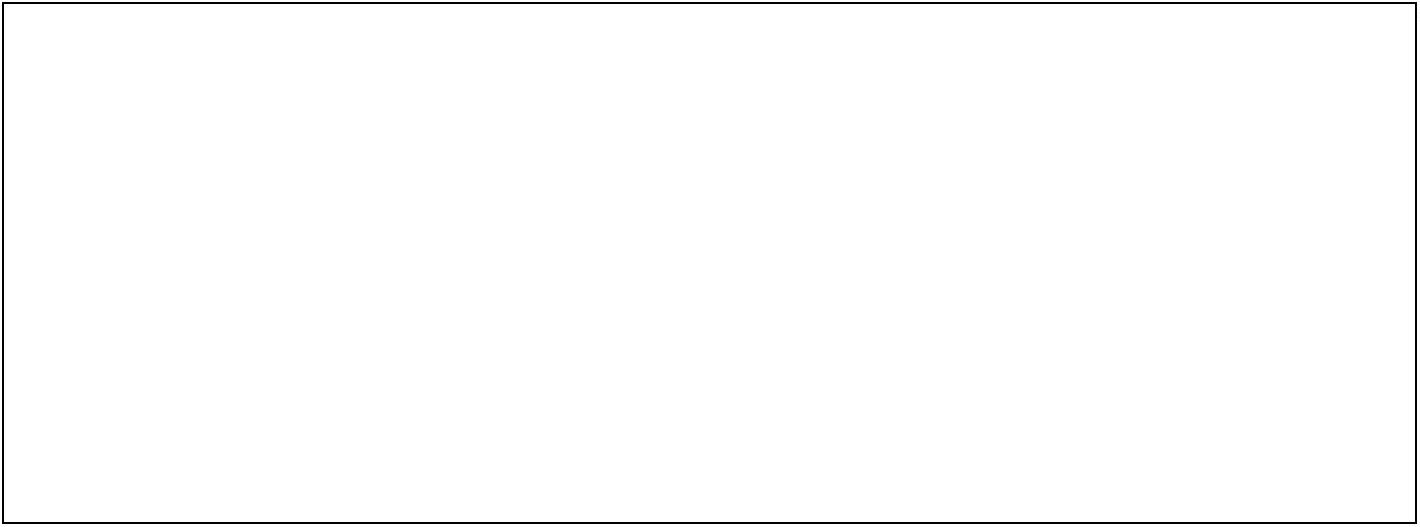
und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mit-

hilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen

(S3, S6, S7, E4, K7),

4

5



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

•

nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung

des magnetischen Flusses (S2, S3, S7),

erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von

Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität ei-

ner Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6),

•

geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte

Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der

Bauelemente an (S1, S3, E2).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

bestimmen mithilfe des Coulomb’schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen

Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feld-

stärken (E8, E10, S1, S3),

•

•

entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische

Feldlinienbilder (E4, E6, K5),

modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen

elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal

gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),

•

erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Ef-

fekts (E4, E7, S1, S5),

•

•

stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die

Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4),

konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen

Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Ein-

flussgrößen (E2, E5),

•

•

prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch

ein Dielektrikum (E2, E3, S1),

ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Konden-

satoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenn-

größen (E4, E6, S6),

•

•

führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück

(E10, K4),

begründen qualitative Versuche zur Lenz’schen Regel sowohl mit dem Wech-

selwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3).

4

6



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick

auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1,

K7),

identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische

Induktion im Alltag (B6, K8).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Kompensation elektrischer und magnetischer Wirkungen auf bewegte gela-

dene Teilchen bei speziell abgestimmten gekreuzten Feldern ist ein Beispiel für ein

Kräftegleichgewicht.

Superposition und Komponenten:

Die Überlagerung zweier elektrischer Radialfelder zu einem Dipolfeld ist ein

Beispiel für die Superposition von Feldern.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren werden mathematisch exakt

beschrieben.

**Inhaltsfeld Schwingende Systeme und Wellen**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen;

Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und

Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer

•

Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis,

Hertz’scher Dipol

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

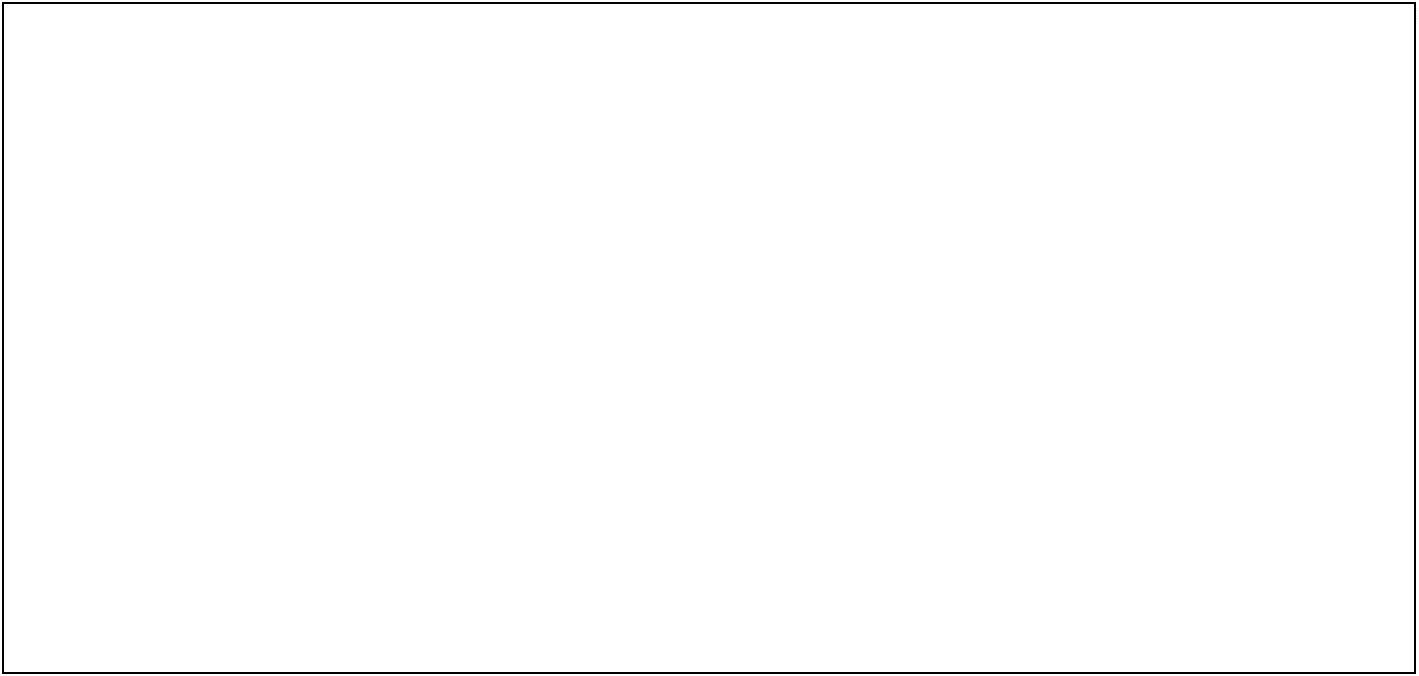
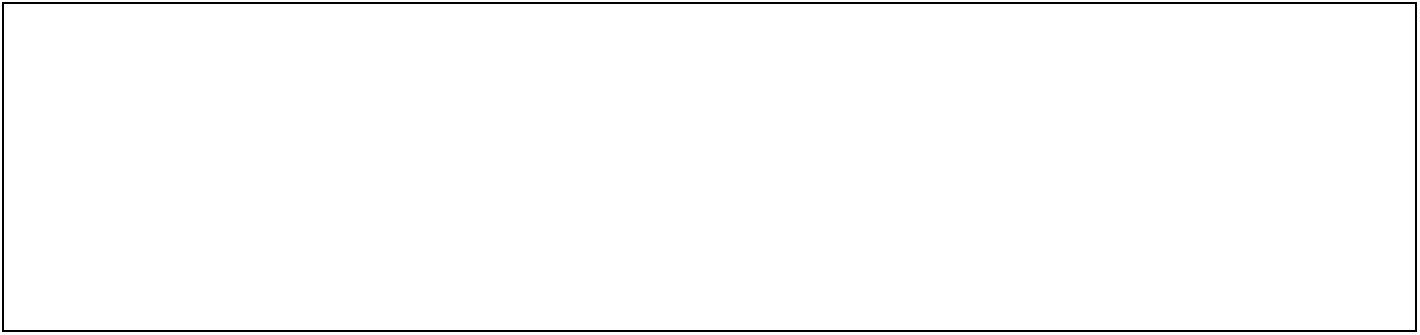
erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und

Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Perioden-

dauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren

4

7



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Zusammenhänge (S1, S3, K4),

•

vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter ener-

getischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3),

•

erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpf-

ten und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen

(S1, E1),

•

•

leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnähe-

rung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Diffe-

rentialgleichungen her (S3, S7, E2),

ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das

ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den un-

gedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson’sche Glei-

chung (S3, S7, E8),

•

•

erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des

Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Re-

flexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),

beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer har-

monischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),

•

•

erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),

erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudi-

nal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),

•

stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive

und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment

für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6),

•

•

beschreiben den Hertz’schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8),

erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wir-

belfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagne-

tischen Welle (S1, K4).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitu-

denabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen

harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4),

•

•

untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der

Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1),

weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die

Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge

des Lichts (E5, E6, E7, S6),

4

8



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3,

S3, K3).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6,

K2),

beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-

Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1),

unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vor-

gehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Energieerhaltung ist die Grundlage für die Erklärung der Prozesse bei mecha-

nischen und elektromagnetischen Schwingungen. Schwingende Systeme in der

Physik oszillieren immer um einen Gleichgewichtszustand.

Superposition und Komponenten:

Interferenzphänomene mit Licht sind ein Beispiel für die Superposition elektromag-

netischer Wellen.

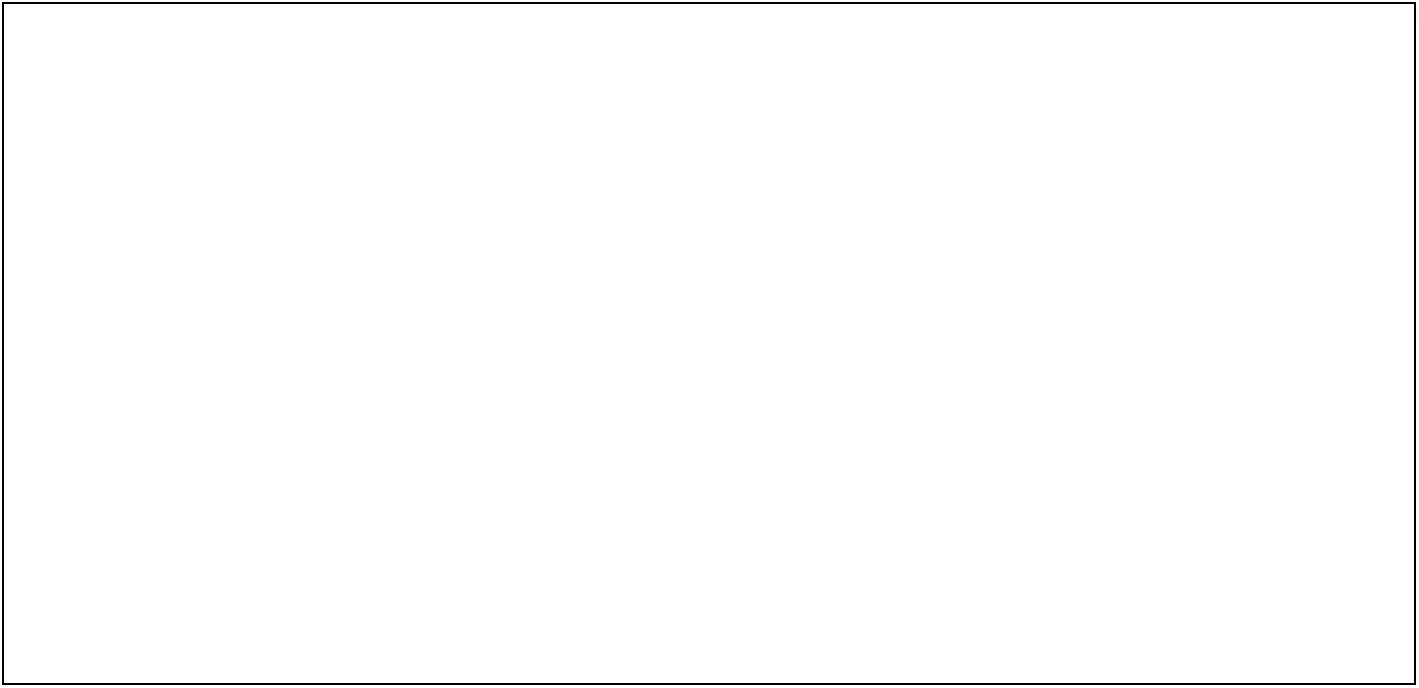
Mathematisieren und Vorhersagen:

Mithilfe von Differentialgleichungen und deren Lösungen kann der zeitliche Verlauf

von Schwingungen exakt vorhergesagt werden.

4

9



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Quantenphysik**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt,

Bremsstrahlung

Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-

Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-

Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

erklären den Photoeffekt mit der Einstein´schen Lichtquantenhypothese (S1,

S2, E3),

•

•

beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1),

erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg‘sche

Reflexionsbedingung her (S1, S3, E4, K4),

•

•

stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als

auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8),

erklären bei Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments un-

ter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden des

Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3),

•

•

erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3),

berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanten-

objekte (S3),

•

•

deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweis-

wahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3),

erläutern die Heisenberg‘sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Un-

möglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

•

interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des

Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),

bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt

das Planck‘sche Wirkungsquantum (E6, S6),

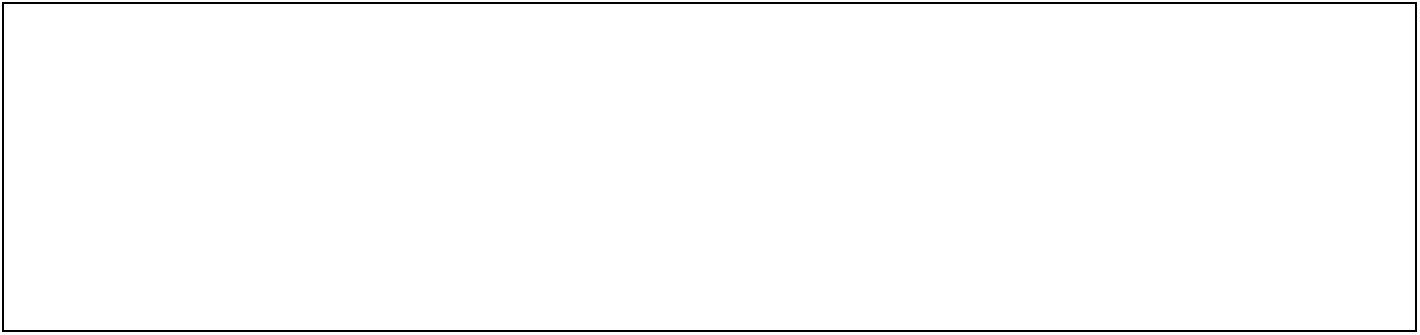
interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungs-

spektrums (E6, S1),

erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit

5

0



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6),

•

modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am

Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der

Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

•

beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschau-

ungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),

stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung

dar (B8, K9),

beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der

exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Superposition und Komponenten:

Die konstruktive und destruktive Interferenz beim Doppelspaltexperiment mit

Quantenobjekten sind ein Beispiel für Superposition quantenmechanischer Zu-

stände zu einer Auftreffwahrscheinlichkeit.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Die mathematische Darstellung der Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdarstel-

lung von Quantenobjekten in Form des Quadrats der Wellenfunktion ist ein

Beispiel für die Mathematisierung in der Quantenphysik.

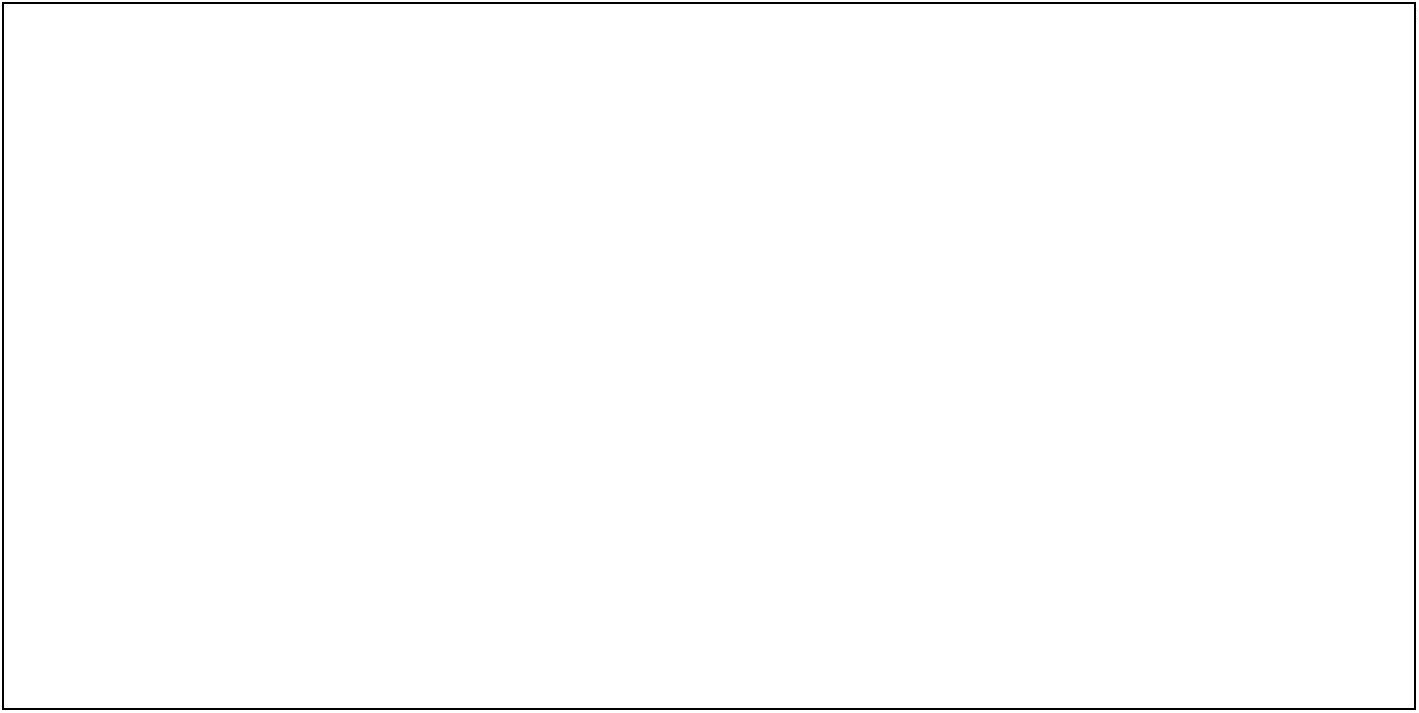
Zufall und Determiniertheit:

Die Determiniertheit von Zufallsverteilungen ist charakteristisch für die Aus-

sagen der Quantenphysik.

5

1



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

**Inhaltsfeld Atom- und Kernphysik**

*Inhaltliche Schwerpunkte:*

•

•

Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieni-

veauschema; Röntgenstrahlung

Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender

Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender

Strahlung

•

•

Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit;

Altersbestimmung

Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion

**Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle

bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2,

K3),

•

•

•

•

erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unter-

schiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4),

beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnli-

che Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),

erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen

(S2, K4),

beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Ver-

allgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Aus-

blick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2,

S3, E10),

•

•

interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der

Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),

erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau

der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die

Stabilität des Kerns (S1, S2, K3),

•

•

•

ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum

zu (S1, K6),

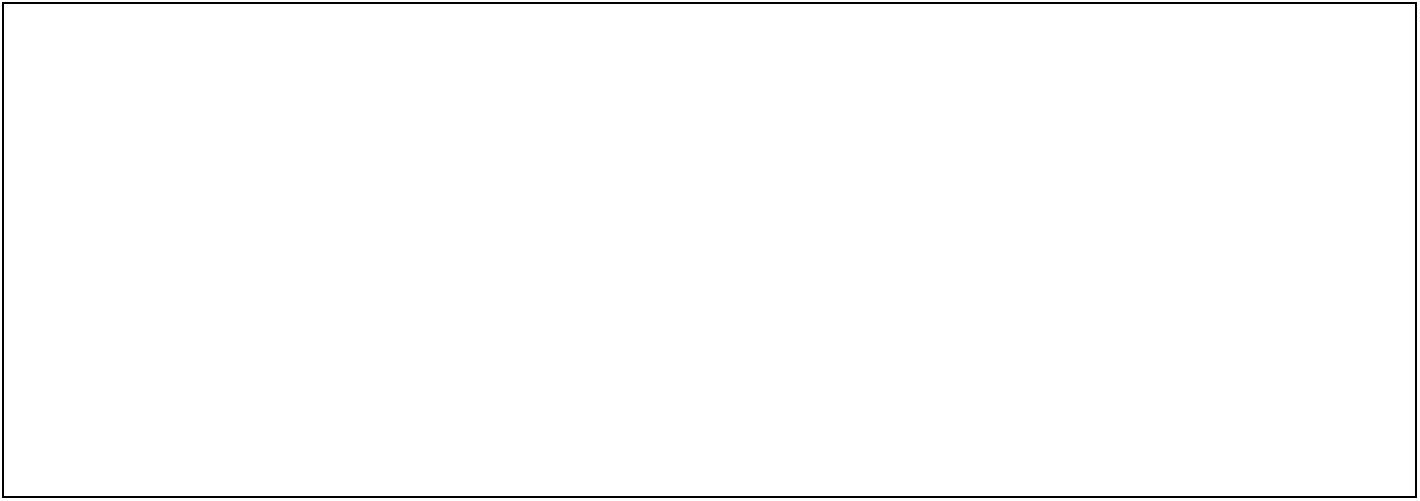
unterscheiden -, - - Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrah-

lung als Arten ionisierender Strahlung (S1),

beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernum-

5

2



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

wandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mit-

hilfe der Nuklidkarte (S1),

•

erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie

Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ih-

ren Eigenschaften (S1, S3),

•

•

•

•

leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven

Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),

erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als

Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8),

erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgen-

strahlung (S3, E6, K4),

beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwir-

kung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von

Bindungsenergien (S1, S2),

•

~~•~~

erläutern den Ablauf einer Kettenreaktion als zentrales Merkmal bei der Ener-

giefreisetzung durch Kernspaltung (S1),

erläutern qualitativ an der −-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mit-

hilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2,

K4).

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

•

interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergeb-

nisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2,

E10, S6),

wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwi-

schen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor ge-

zielt aus (E3, E5, S5, S6),

•

•

•

konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radio-

aktiver Substanzen (E2, E5, S5),

bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-

1

4-Methode (E4, E7, S7, K1),

quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender

Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8,

S3, B2).

**Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

•

stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Ei-

genschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),

5

3



Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

•

•

•

wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter

Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3),

bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich

der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10),

diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter

Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Erhaltung und Gleichgewicht:

Die Berücksichtigung des Massendefekts erweitert und verallgemeinert das

Prinzip der Energieerhaltung in physikalischen Systemen.

Mathematisieren und Vorhersagen:

Quantitative Atommodelle ermöglichen die Berechnung von Energieniveaus

des Atoms.

Zufall und Determiniertheit:

Der Zerfall eines einzelnen Atomkerns und die Beschreibung des zeitlichen

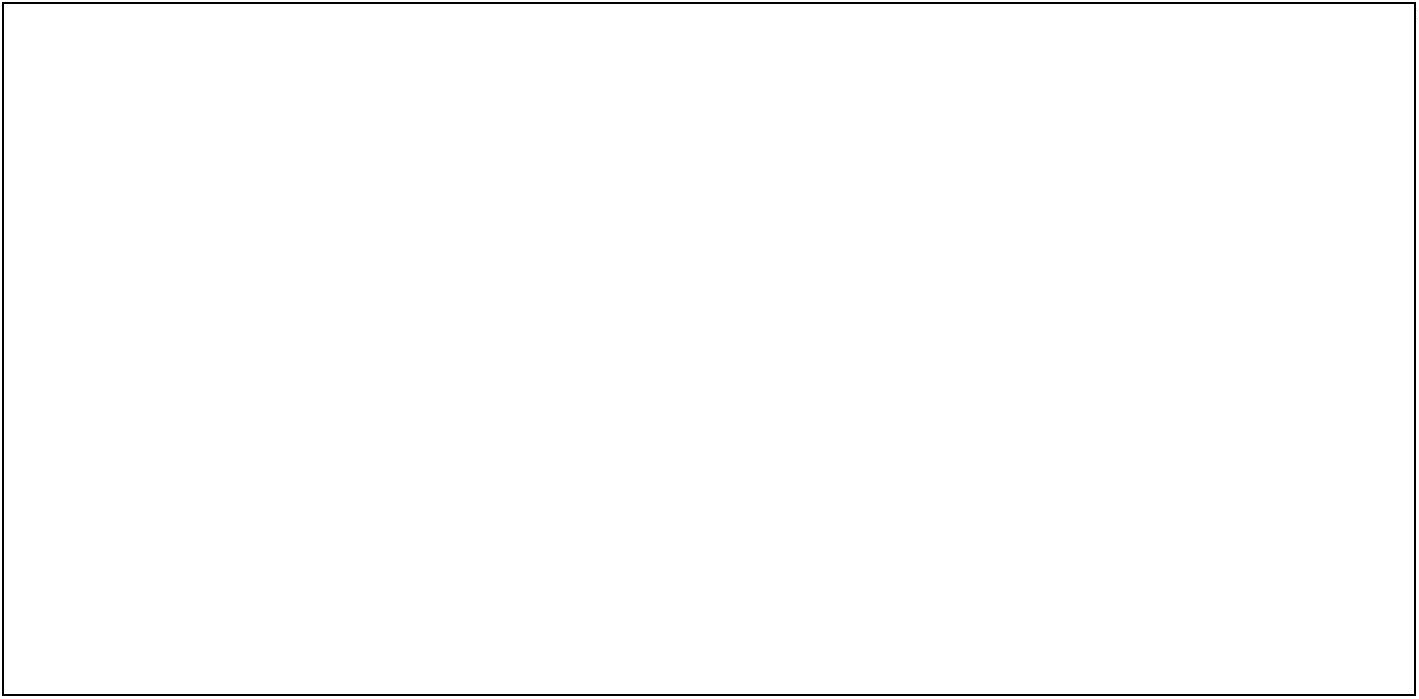
Ablaufs des Zerfalls einer großen Menge radioaktiver Atomkerne anhand

des Zerfallsgesetzes sind ein Beispiel für den Zusammenhang von Zufall

und Determiniertheit physikalischer Vorgänge.

5

4



**3**

**Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung**

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im

Kernlehrplan in der Regel in ansteigender Progression und Komplexität formuliert.

Dies erfordert, dass Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen,

Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vo-

rangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammen-

hängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der

begleitenden Diagnose und Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzer-

werbs Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen

und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lernprozess

begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine

Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstel-

len. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des

erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen ge-

mäß Schulgesetz beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die

Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die Korrekturen

sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle

Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemes-

senen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – ins-

besondere auch Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und

fachmethodischen Lernstrategien.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich

alle in Kapitel 2 des Lehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Sachkompetenz,

Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompe-

tenz) und die Basiskonzepte bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksich-

tigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und fachpraktischer Art, wie zum

Ende dieses Kapitels skizziert, sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung

der in Kapitel 2 aufgeführten Kompetenzen und Inhalte zu überprüfen. Ein isoliertes,

lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte al-

lein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht

gerecht werden.

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz

sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-

GOSt) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und

Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbei-

5

5



Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

ten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entspre-

chend den in der APO-GOSt angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei

bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem

Unterricht erworbenen Kompetenzen und Inhalten und nutzt unterschiedliche Formen

der Lernerfolgsüberprüfung.

Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu be-

achten.

**Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“**

Für den Einsatz in Klausuren kommen Aufgabenarten in Betracht, wie sie in Kapitel 4

aufgeführt sind. Neben materialgebundenen Aufgaben sind nach Möglichkeit auch

fachpraktische Aufgaben im Verlauf der gymnasialen Oberstufe zu bearbeiten, so dass

die Schülerinnen und Schüler damit vertraut sind und hinreichend Gelegenheit zur An-

wendung hatten.

Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen

Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen

und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten.

Dazu gehört u. a. die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit

einer kriteriengeleiteten Bewertung unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbe-

reiche. Beispiele für Prüfungsaufgaben und Auswertungskriterien sowie Konstrukti-

onsvorgaben und Operatorenübersichten können im Internet auf den Seiten des

Bildungsportals unte[r www.schulministerium.nrw](http://www.schulministerium.nrw/) abgerufen werden.

Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die

Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung ge-

mäß APO-GOSt hinreichend Rechnung getragen werden. Abzüge für Verstöße gegen

die sprachliche Richtigkeit sollen allerdings nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der

Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.

In der Qualifikationsphase trägt zudem eine komplexe Leistungsüberprüfung (u. a.

Facharbeit, Projektkurs) dazu bei, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und

Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen.

**Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“**

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ können

–

neben den nachfolgend aufgeführten Überprüfungsformen – weitere zum Einsatz

kommen. Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausge-

führten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung.

5

6



Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicher-

zustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den

mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet

werden.

Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht/Sonstigen Mitarbeit“

zählen u. a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgaben-

erfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise

wie z. B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in

abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z. B. in Form

von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schülerin-

nen und Schüler bekommen durch die Verwendung unterschiedlicher Überprüfungs-

formen vielfältige Möglichkeiten, ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und

zu dokumentieren.

Der Bewertungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ erfasst

die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und ggf. praktische Beiträge

sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kom-

petenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung wäh-

rend des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle

Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von **Über-**

**prüfungsformen**. Im Verlauf der gesamten gymnasialen Oberstufe soll – auch mit

Blick auf die individuelle Förderung – ein möglichst breites Spektrum verschiedener

Formen in schriftlichen, mündlichen oder fachpraktischen Kontexten zum Einsatz kom-

men. Wichtig für die Nutzung der Überprüfungsformen im Rahmen der Leistungsbe-

wertung ist es, dass sich die Schülerinnen und Schüler zuvor im Rahmen von

Anwendungssituationen hinreichend mit diesen vertraut machen konnten.

Die nachfolgenden Überprüfungsformen sind verbindlich an geeigneten Stellen im Un-

terricht einzusetzen. Darüber hinaus sind weitere Überprüfungsformen zulässig.

**Experimentelle und fachpraktische Aufgaben**

Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße

den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Physikunterrichts gerecht.

Diese können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben Formulie-

rung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Aus-

wertung liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf der

Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und/oder quantitative

5

7



Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Untersuchung von Zusammenhängen, aber auch den Umgang mit umfangreichen Da-

ten aus Messreihen sowie die Arbeit mit bzw. an Modellen. Erkenntnisse, die aus ex-

perimentellen Arbeiten gewonnen werden, können die Grundlage bilden für die

nachfolgenden Überprüfungsformen.

**Aufgaben zur Arbeit mit Theorien und Modellen**

Neben experimentellen Aufgaben kommt der Arbeit mit Theorien und Modellen im Phy-

sikunterricht eine besondere Bedeutung zu. Hierzu zählen insbesondere die Erklärung

von Zusammenhängen oder die Überprüfung von Aussagen mit Modellen oder Theo-

rien. Dies kann beispielsweise die Vorhersage bzw. Begründung von physikalischen

Sachverhalten und Ergebnissen auf Grundlage von Modellen sein. Mithilfe theoreti-

scher Überlegungen können physikalische Zusammenhänge deduktiv hergeleitet so-

wie mathematisch modelliert und berechnet werden.

**Präsentationsaufgaben**

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von

einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medi-

enbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen

spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

**Darstellungsaufgaben**

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/o-

der Erklären eines physikalischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei

auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf

die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden

komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstel-

lungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine

andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tra-

gen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

**Bewertungs-/ Beurteilungsaufgaben**

Das Fach Physik trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und

Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unter-

scheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Hand-

lungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene

Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten über-

prüft.

5

8



**4**

**Abiturprüfung**

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit de-

nen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden (u.a.

Bildungsstandards), basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil

der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die in Kapitel 2 dieses Kern-

lehrplans für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei

der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen

und Inhalte nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erwor-

ben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen“ (Abiturvorgaben), die

im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unte[r www.schulministerium.nrw](http://www.schulministerium.nrw/) abruf-

bar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit

einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Ver-

pflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprü-

fungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszu-

gehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten

Prüfungsleistung erhöhen soll.

•

•

Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und

Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie

das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen,

Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgege-

benen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang

und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf ver-

gleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

•

Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit

dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folge-

rungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen.

Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeits-

techniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine

neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

5

9



Abiturprüfung

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abi-

turprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungs-

bereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzer-

wartungen und Inhalten der jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellun-

gen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grund-

lage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungs-

raster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten

Erwartungshorizont besteht.

Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind

•

•

•

•

•

•

die Komplexität der Gegenstände,

die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,

die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,

die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,

das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,

die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problem-

stellungen,

•

die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertun-

gen,

•

•

•

die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,

die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie

die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten:

**Schriftliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt.

Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und

nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind im

Internet auf den Seiten des Bildungsportals unte[r www.schulministerium.nrw](http://www.schulministerium.nrw/) abrufbar.

Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die

Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufga-

benstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abitur-

vorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den

Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden

6

0



Abiturprüfung

Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster de-

finiert.

Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster,

mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Für die Prüfung im Fach Physik sind analog zu den Bildungsstandards folgende **Auf-**

**gabenarten** zulässig:

•

•

Aufgabenart I: Materialgebundene Aufgabe (ggf. mit Bearbeitung eines De-

monstrationsexperiments)

Aufgabenart II: Fachpraktische Aufgabe

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließlich aufsatz-

artig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Material- oder Expe-

rimentbezug, ist nicht zulässig.

Wenn die Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung fachpraktische Anteile enthalten,

kann sich die Arbeitszeit erhöhen. Der zusätzliche Zeitaufwand wird verbindlich in der

Aufgabe ausgewiesen.

Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO GOSt.

**Mündliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin

bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss–

gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling

einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der

mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die

mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit an-

gelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres be-

schränken.

Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen,

die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin

bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprü-

fungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten

dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten

6

1



Abiturprüfung

Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen

vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prü-

fungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Ein-

zelfragen aneinanderzureihen.

Bei Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abge-

stimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien

zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine

Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen

über diesen Vorschlag ab.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein.

Doch ist bei der Aufgabenstellung zu bedenken, dass die Dauer der Vorbereitungszeit

in der mündlichen Prüfung deutlich kürzer als in der schriftlichen Abiturprüfung ist. Die

Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang

und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die Aufgabe der schriftlichen Prüfung.

Wenn in den Aufgaben des ersten Prüfungsteils der mündlichen Abiturprüfung im Rah-

men einer materialgebundenen Aufgabe ein Demonstrationsexperiment vorgesehen

ist, ist dieses vorher aufzubauen und vor Beginn der Vorbereitungszeit in Anwesenheit

des Prüflings durchzuführen.

Für den Fall, dass in den Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung im ersten Prüfungs-

teil eine fachpraktische Aufgabe vorgesehen ist, kann die Vorbereitungszeit angemes-

sen verlängert werden.

**Besondere Lernleistung**

Schülerinnen und Schüler können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lern-

leistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre

umfassenden Kurses erbracht wird. Grundlage einer besonderen Lernleistung kann

ein bedeutender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, die Er-

gebnisse des Projektkurses oder eines abgeschlossenen fachlichen oder fachüber-

greifenden Projektes gelten.

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn

des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die

Schulleiterin oder der Schulleiter entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als

6

2



Abiturprüfung

Korrektor vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zu-

gelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung

abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korri-

gieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur

Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein.

In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der

Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor

einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, er-

läutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der

besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Ge-

wichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schüle-

rinnen und Schüler beteiligt werden, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar

und bewertbar sein.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Grundlage einer besonderen Lernleistung in Physik kann zum Beispiel die experimen-

telle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpreta-

tion sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche

Theorie – auch historisch – bearbeitet wird. Solche Leistungen können auch im Rah-

men eines Projektkurses entstehen. Ebenso kann ein umfassender Beitrag im Rah-

men der Teilnahme an qualifizierten Wettbewerben Grundlage einer besonderen

Lernleistung sein.

6

3

