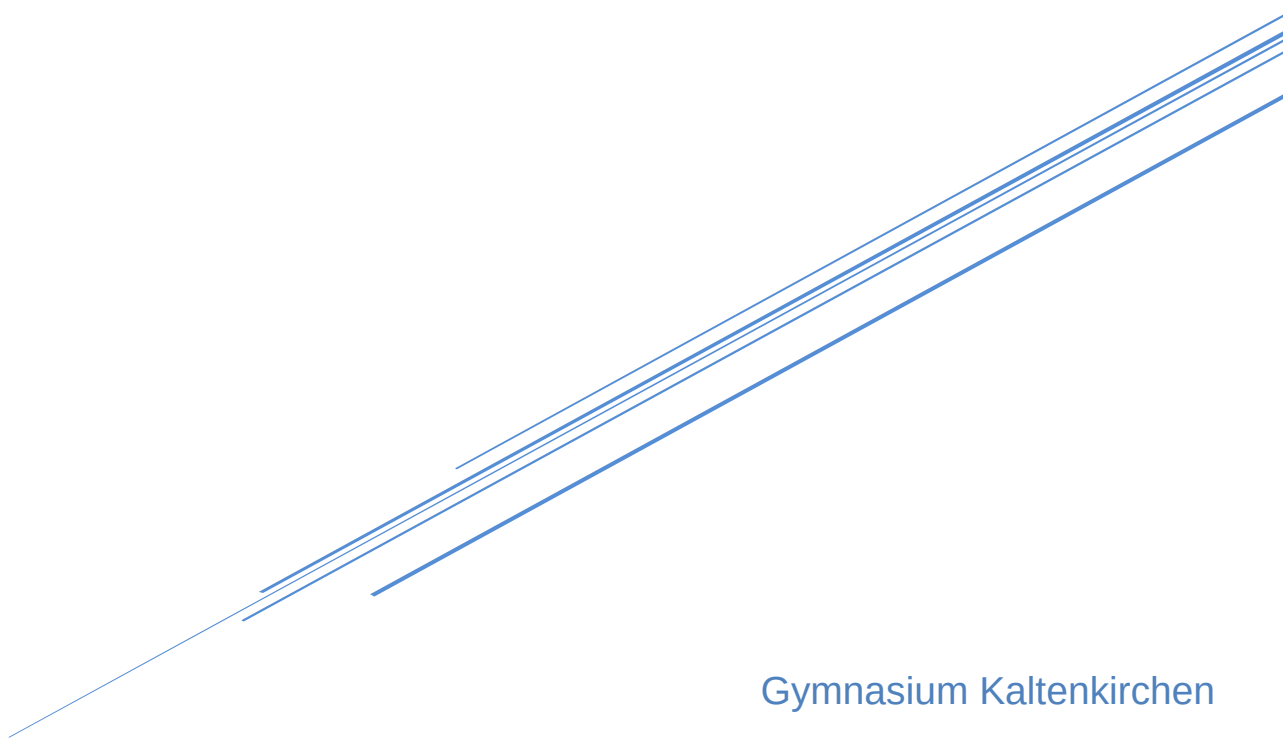


FACHCURRICULUM PHYSIK

Sekundarstufe I



Gymnasium Kaltenkirchen

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Bemerkungen zur Sekundarstufe I	3
Curriculum Klasse 7	7
1. Optik – Ausbreitung des Lichts, Reflexion an ebenen Flächen	7
2. Elektrizitätslehre – einfache elektrische Stromkreise	9
3. Magnetismus	11
4. Wärme – Temperatur und Wärmetransport	12
Curriculum Klasse 8	13
1. Mechanik – Geschwindigkeit, statische Kräfte, Dichte und Druck	13
2. Elektrizitätslehre - Elektromagnetismus	16
Curriculum Klasse 9	17
1. Optik – Lichtbrechung und optische Abbildungen	17
2. Elektrischer Strom und Spannung	18
3. Mechanik – beschleunigte Bewegungen	20
Curriculum Klasse 10	22
1. Energie – qualitativer und quantitativer Energiebegriff, Herausforderungen der Energieversorgung	22
2. Elektrizitätslehre - Induktion	25
3. Optik – Farben	26
4. Atom- und Kernphysik – Elementarteilchen, radioaktiver Zerfall, Kernenergie	27
Operatoren im Fach Physik	29
Anlage: Musterprotokoll	32

Allgemeine Bemerkungen zur Sekundarstufe I

Aufgrund der Neufassung der Kontingenzstundentafel (ab August 2025) wird der ursprünglich auf vier Jahre angelegte Physikunterricht in der Mittelstufe auf drei Jahre (bei zwei Wochenstunden) gekürzt. Dieser wird in den Klassenstufen 7, 9 und 10 erteilt. Daher können nicht alle der im Fachcurriculum aufgeführten Inhalte unterrichtet werden. Die im vollständigen Curriculum für vierjährigen Physikunterricht grau unterlegten Themen werden daher nur bei hinreichend Zeit im zugehörigen Jahrgang unterrichtet.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Verteilung der elementaren Inhalte auf die Klassenstufen 7, 9 und 10.

Klassenstufe	Inhalte
7	1. Optik – Ausbreitung des Lichts, Reflexion an ebenen Flächen 2. Elektrizitätslehre – einfache elektrische Stromkreise 3. Mechanik – Geschwindigkeit, statische Kräfte, Dichte
9	1. Elektrischer Strom und Spannung 2. Optik – Lichtbrechung und optische Abbildungen 3. Elektrizitätslehre – Elektromagnetismus
10	1. Energie – qualitativer und quantitativer Energiebegriff, Herausforderungen der Energieversorgung 2. Elektrizitätslehre – Induktion 3. Atom- und Kernphysik – Elementarteilchen, radioaktiver Zerfall, Kernenergie

Auf den nachfolgenden Seiten finden sich die zu unterrichtenden Themen in tabellarischer Darstellung. Die ersten drei Spalten der Tabellen speisen sich aus den Vorgaben der aktuellen Fachanforderungen für das Fach Physik. Unter „Anmerkungen“ finden sich sowohl Empfehlungen als auch verbindliche Vorgaben der Fachschaft zur konkreten Gestaltung des Unterrichts. Ebenso wird auf im Fachschaftsfundus vorhandenes Material verwiesen. Die Angaben zu den Medienkompetenzbereichen beziehen sich auf folgende Schlüsseltabelle (Fachanforderungen Medienkompetenz):

1.	Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren	1.1 Browsen, Suchen und Filtern 1.2 Auswerten und Bewerten 1.3 Speichern und Abrufen
2.	Kommunizieren und Kooperieren	2.1 Interagieren 2.2 Teilen 2.3 Zusammenarbeiten 2.4 Umgangsregeln kennen und einhalten (Netiquette) 2.5 An der Gesellschaft aktiv teilhaben
3.	Produzieren und Präsentieren	3.1 Entwickeln und Produzieren 3.2 Weiterverarbeiten und Integrieren 3.3 Rechtliche Vorgaben beachten
4.	Schützen und sicher agieren	4.1 Sicher in digitalen Umgebungen agieren 4.2 Persönliche Daten und Privatsphäre schützen 4.3 Gesundheit schützen 4.4 Natur und Umwelt schützen
5.	Problemlösen und Handeln	5.1 Technische Probleme lösen 5.2 Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen 5.3 Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen 5.4 Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen 5.5 Algorithmen erkennen und formulieren
6.	Analysieren und Reflektieren	6.1 Medien analysieren und bewerten 6.2 Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren

Die Anordnung der Themen stellt **keine** zeitliche Abfolge dar, sondern nur die am Schuljahresende zu erreichenden Ziele. Damit ist gewährleistet, dass für alle Gruppen auch das experimentelle Material für das jeweilige Themengebiet uneingeschränkt zur Verfügung steht.

Außerdem bietet es sich an, einige der Themenblöcke nicht am Stück zu unterrichten.

Um die Digitalisierung im Fach Physik einzubinden, bieten sich vielseitige Möglichkeiten an, die ggf. auch die Einbindung der iPad-Koffer erfordern, einige bereits erprobte und für gut befundene Möglichkeiten werden im Folgenden aufgeführt:

- Erstellung von Versuchsprotokollen mit Pages oder GoodNotes,
- Erstellung von Erklärvideos,
- Einbindung von Erklärvideos und Simulationen von <https://www.leifiphysik.de/> zu allen Themengebieten möglich,
- Anwendung der PhET-Simulationen (<https://phet.colorado.edu/de/simulations/filter?subjects=physics&type=html>) zu vielen Themengebieten möglich, bereits erprobte Anwendungsmöglichkeiten werden im Folgenden inhaltsbezogen angeführt,
- Anwendungen weiterer Simulationen (<https://www.kippenbergs.de/de/home>) zu allen Themengebieten möglich,
- Digitale Messwerterfassung mit CASSY-System und unter Verwendung der Schüler-iPads.

Darüber hinaus trifft die Fachschaft Physik folgende Vereinbarungen für die Sekundarstufe I:

Aufgabenstellungen bei Leistungsnachweisen

Durch den Austausch der Tests wird auf einfache Weise eine Absprache der Aufgabenstellungen in Form, Inhalt und Schwierigkeitsgrad gewährleistet.

Anzahl von schriftlichen Leistungsnachweisen und Gewichtung bei der Notenfindung

Es sollen mindestens 4 Tests geschrieben werden. Für die Endnote haben wir folgende Fälle betrachtet.

- a) Alle Tests wurden mit 5 bewertet. Die Endnote sollte dann nicht besser als 4 sein.
- b) Alle Tests wurden mit 1 bewertet. Die Endnote sollte dann nicht schlechter als 2 sein.

Kommentiert [S1]: KT: Nachfrage: Festlegung zielführend

Bewertung von Leistungsnachweisen (wie steht es mit Einheiten, Beachtung der deutschen Sprache, Korrekturbemerkungen)

Gewünscht wird folgender Aufbau bei einer rechnerischen Lösung:

Allgemeiner Ansatz → Einsetzen der Werte mit Einheiten → Ergebnis mit der korrekten Einheit.

Abzüge bei Einheitenfehlern sind in der Gewichtung der Gesamtpunktzahl anzupassen.

Wenn möglich, sollen auch Erläuterungen in angemessener Fachsprache abgeprüft werden, die Formulierungen in vollständigen Sätzen erfordern.

Rechtschreibfehler werden ohne Punktabzüge korrigiert.

Bei schwerwiegenden Verstößen gegen die äußere Form soll ein Punktabzug bis maximal 10% der Gesamtpunktzahl möglich sein.

Hinweis: Eine Sammlung von Musteraufgaben befindet sich im gemeinsamen Physiklehrerordner auf ISERV.

Ordnerführung

Die Ordnerführung soll in der Verantwortung der Schülerinnen und Schüler liegen. Eine Bewertung mit Noten ist nicht vorgesehen. Negativ für die Endnote wird ein nicht vorhandener Ordner gewertet.

Wie soll ein Versuchsprotokoll aussehen?

Ein Musterprotokoll befindet sich am Ende des Fachcurriculums.

Welche Präsentationstechniken sollen geübt werden und wie sollen diese bewertet werden?

Hier sind keine Festlegungen notwendig.

Wie sieht es mit Referaten aus, welcher Umfang, welche Hilfsmittel, welche Themen?

Hier sind keine Festlegungen notwendig.

Curriculum Klasse 7

Hinweise:

Ende Klasse 7 sollen folgende Methoden erarbeitet worden sein:

- Erstellen eines Versuchsprotokolls
- Eigenständiges Durchführen eines Experimentes nach Anleitung
- Messdaten in Diagrammform darstellen und auswerten (zum Beispiel in Verbindung mit der Wärmelehre)
- Sachbezogene Internetrecherche unter Angabe von Quellen durchführen

Optionales:

- Es könnte zusätzlich ein Fachtag zum Thema „Akustik“ durchgeführt werden.

1. Optik – Ausbreitung des Lichts, Reflexion an ebenen Flächen

Für die Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt **9 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• erklären, warum Gegenstände gesehen oder nicht gesehen werden können. • beschreiben den Sehvorgang. • deuten Lichtstrahlen als ein Modell zur Ausbreitung von Licht.	• Lichtquellen und beleuchtete Gegenstände • Lichtdurchlässigkeit • Lichtstrahlen / Lichtbündel	Streuung und Absorption sollen nur phänomenologisch an beleuchteten Gegenständen behandelt werden.	Fachbegriffe: Sender-Empfänger- Modell, Lichtkegel, Lichtbündel, Lichtstrahl Sichtbarmachung des Lichtwegs durch Nebel aus der Nebelmaschine (Achtung: Der Hausmeister muss informiert!!!!)

Kommentiert [Ga2]: Die Fachschaft könnte im Laufe des nächsten Schuljahres einen entsprechenden Fachtag erarbeiten.

Kommentiert [SV3R2]: Änderung: „Optionales“ als generellen Punkt eingeführt.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• erklären die Entstehung von Schatten. • konstruieren Schattenbilder. • treffen qualitative Voraussagen über die Größe von Schatten. • wenden die erworbenen Kenntnisse auf optische Phänomene im Sonnensystem an.	• Schatten, Halbschatten, Kernschatten • Finsternisse, Mondphasen, Jahreszeiten		Schattenbilder: Entstehung erklären mit Hilfe des Strahlenmodells des Lichtes - scharf und unscharf, farbig Methodenlernen: Je-Desto-Beziehungen und Experimente <i>Filmmaterial ist gut geeignet. Auf Gefahren bei Sonnenbeobachtung hinweisen!</i>
• wenden das Reflexionsgesetz bei der Konstruktion von Spiegelbildern an. • beschreiben und erklären mögliche Anwendungen von Spiegeln. • analysieren Spiegelungen in Natur und Technik.	• Reflexionsgesetz • Umkehrbarkeit des Lichtweges • Eigenschaften von Spiegelbildern	Wölb- und Hohlspiegel sind nicht verbindlich zu unterrichten, können aber zur Vertiefung genutzt werden. Es bietet sich an, Aspekte wie Symmetrie und Winkel fachübergreifend mit dem Fach Mathematik zu unterrichten.	

- konstruieren Strahlengänge an Blenden. - treffen qualitative Vorhersagen über Bildeigenschaften bei der Abbildung an Blenden.	Bildentstehung und Bildeigenschaften bei Abbildungen mithilfe einer Blende	Die Abbildungen an Blenden (Lochkamera) oder Aspekte davon können auch im Kontext optischer Abbildungen behandelt werden.	Methodenlernen: Je-Desto-Beziehungen und Experimente Formeln: $A = \frac{B}{G}$ $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$
--	--	--	---

2. Elektrizitätslehre – einfache elektrische Stromkreise

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **9 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
- beschreiben die Funktion der Elemente eines elektrischen Stromkreises. - unterscheiden zwischen dem Transport von Elektrizität und von Energie. - untersuchen die Leitfähigkeit von Stoffen. - berücksichtigen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. - bauen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen auf beziehungsweise zeichnen	- Schaltzeichen und Schaltpläne - Elektrizitäts- und Energietransport - Leiter, Isolatoren - elektrische Sicherheit - Reihen- und Parallelschaltung - Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern - Knotenregel	Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden. Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung verwendet werden. Die Knotenregel ist bei der Einführung zum elektrischen Stromkreis nur argumentativ zu behandeln. Eine Abschätzung der Stromstärke sollte zunächst nur	Folgende Begriffe sollen erarbeitet werden: Batterie als Energiequelle, Lampe als Energiewandler (auch Umwandlung in Wärme), geschlossener Stromkreis, Wassermmodell Einführung von Stromstärke (Symbol, Einheit, Messgerät, Analogie „Wasserstromstärke“)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau. • erklären die Knotenregel qualitativ mithilfe von Analogien. • entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag.		qualitativ erfolgen, zum Beispiel über die Helligkeit von gleichen Glühlampen.	Bei Leiter und Nichtleiter: Untersuchung von festen und flüssigen Körpern Anwendungen: Kurzschluss Parallel- und Reihenschaltung von Lampen und Schaltern, z. B. Wechselschaltung, Klingelschaltung, Schaltung in Haushaltsgeräten Vorschlag: als Hausaufgabe (gruppenteilig) Digitalisierung: • Anwendung der PhET-Simulationen (phet.colorado.edu/de/) zum Thema Elektrizitätslehre möglich

3. Magnetismus

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **6 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Für den Fall, dass dieses Thema entfällt, wird der Feldbegriff im Rahmen des Einstiegs zum Elektromagnetismus thematisiert.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• untersuchen Grundphänomene des Magnetismus und führen diese auf Wechselwirkungen zurück. • erläutern Grundphänomene des Magnetismus mithilfe von Modellen. • beschreiben die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder.	• Magnetische Pole, Anziehung, Abstoßung • Magnetisierbarkeit • Elementarmagnetmodell • Magnetfeldlinien von Stabmagnet und Hufeisenmagnet • Magnetfeld der Erde • Kompass	Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen. Auch Elektromagnete können bereits im Einführungsunterricht genutzt werden, ohne dass dabei auf ihre Funktionsweise eingegangen wird.	Folgende Begriffe sollen noch erarbeitet werden: Feld, magnetische Dipole

4. Wärme – Temperatur und Wärmetransport

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **9 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
- messen Temperaturen. - stellen Temperaturverläufe in Diagrammen dar. - erklären das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell. - wenden die erworbenen Kenntnisse auf thermische Phänomene in der Alltagswelt an.	- Ausdehnung von Stoffen - Flüssigkeitsthermometer - Celsius-Skala - Kelvin-Skala - Aggregatzustände - Einfaches Teilchenmodell	Die Ausdehnung von Stoffen soll qualitativ beschrieben werden. Mit einem einfachen Teilchenmodell lassen sich thermische Phänomene schon früh zum Beispiel in Rollenspielen „begreifen“.	Messdaten in Diagrammform darstellen und auswerten (Absprache mit dem Fach Mathematik, Thema „Zuordnungen“ sinnvoll)
- beschreiben den Zusammenhang zwischen Wärme und Temperatur. - erkennen den Temperaturunterschied als Ursache für die Wärmeleitung. - unterscheiden die verschiedenen Arten, thermische Energie zu transportieren. - übertragen ihr Wissen über die Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern und Lebewesen.	- Wärme als thermische Energie - Wärmeleitung - Wärmemitführung (Konvektion) - Wärmestrahlung	Ein erster Hinweis auf den Treibhauseffekt, der im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Energieversorgung betrachtet wird, sollte bereits an dieser Stelle erfolgen. Die quantitative Analyse von Wärmetransporten kann im Zusammenhang mit dem Thema Herausforderungen der Energieversorgung behandelt werden.	Im Fach Geographie wird dieser Themenbereich in der Orientierungsstufe bzw. vertieft in der Sek. II behandelt. Die quantitative Analyse von Wärmetransporten kann erst später (in Klasse 10) erfolgen, die mathematischen Voraussetzungen müssen zunächst erfüllt sein.

Curriculum Klasse 8

Hinweis:

Die Methoden aus Klasse 7 werden weiter vertieft.

Optionales:

- Es könnte zusätzlich ein Fachtag zum Thema "Wärme" oder "Elektromotor" durchgeführt werden.

1. Mechanik – Geschwindigkeit, statische Kräfte, Dichte und Druck

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **24 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen. Es bietet sich an, dieses Thema zu teilen. Eine Möglichkeit wäre, 6 Wochen Kräfte eher an den Anfang des Schuljahres zu legen, zu einem späteren Zeitpunkt 6 Wochen Druck und 8 Wochen Geschwindigkeit ans Ende (mathematische Voraussetzungen, s. Anmerkungen).

Kommentiert [Ga4]: Die Fachschaft könnte im Laufe des nächsten Schuljahres einen entsprechenden Fachtag erarbeiten.

Kommentiert [Ga5]: Bitte die Formatierung optimieren.

Kommentiert [Ga6]: Eine Ausarbeitung der Fachtage müsste jeweils noch im Rahmen der Fachschaftsarbeit erfolgen.

Kommentiert [Ga7]: Reihenfolge ändern: Geschwindigkeit, statische Kräfte, Druck

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• bestimmen Geschwindigkeiten, indem sie Strecke und Zeit messen. • vergleichen Geschwindigkeitsangaben miteinander. • bestimmen mithilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit zurückgelegte Wege. • analysieren Bewegungsabläufe anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen.	• Geschwindigkeit und ihre Einheiten • Geschwindigkeit als gerichtete Größe • Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit • Schall- und Lichtgeschwindigkeit • Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Zeit-Weg-Diagramm, Wertetabelle, Text	Der Begriff der Momentangeschwindigkeit soll ohne exakte mathematische Herleitung eingeführt werden.	Hinweise: Messungen, t-s-, t-v-Diagramme interpretieren und erstellen, Formel: $s = v \cdot t$ Nur abschnittsweise konstante Geschwindigkeiten werden mathematisch erfasst.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• wechseln situationsgerecht zwischen verschiedenen Darstellungsformen			Absprache mit der Mathematik, Thema „lineare Funktionen“ sinnvoll. Begriff der Momentangeschwindigkeit hier noch optional.
• planen Experimente zur Messung von Kräften mit Federn. • berechnen Gewichtskräfte aus Masse und Ortsfaktor. • berücksichtigen situativ die Richtung und den Betrag einer Kraft. • skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken. • beschreiben Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird.	• Kraft als gerichtete Größe • Hooke'sches Gesetz • Masse und Gewichtskraft • Kräfteaddition • Wechselwirkungsprinzip	Ein Kräftegleichgewicht liegt vor, wenn die (vektorielle) Summe aller Kräfte, die auf einen Körper wirken, Null ergibt. Dies entspricht nicht dem Wechselwirkungsprinzip (Actio gleich Reactio).	Hinweis: Nur Kräfteaddition, die Zerlegung erfolgt in der Sek. II. Formeln: $F = D \cdot s$, $F_G = m \cdot g$
• beschreiben den Zusammenhang zwischen Masse, Dichte und Volumen. • bestimmen Massen und Volumina und berechnen damit Dichten. • schätzen Massen mithilfe von Volumen und Dichte ab.	• Masse, Dichte, Volumen • Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten		Formel: $\rho = \frac{m}{V}$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
überprüfen experimentell das Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten.			
- erklären Phänomene und Experimente mit Hilfe des Drucks. - erklären die Entstehung des Schweredrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten.	Druck	Eine Behandlung des Drucks, die über statische Situationen hinausgeht, ist nicht verbindlich vorgesehen.	

2. Elektrizitätslehre - Elektromagnetismus

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **6 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Für den Fall, dass das Thema Magnetismus in Klasse 7 entfallen ist, wird der Feldbegriff im Rahmen des Einstiegs zum Elektromagnetismus thematisiert.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• untersuchen die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms. • beschreiben und erklären die Funktion von technischen Geräten mit Hilfe des Elektromagnetismus.	• Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule • Elektromotor, Lautsprecher	Das Kennenlernen des Schrittmotors als Grundlage vieler technischer Anwendungen bietet sich an.	Gerader Leiter: Oersted-Versuch, Feldlinienbilder, Rechte-Hand-Regel Spule: Feldlinienbilder, Elektromagnet, Rechte-Faust-Regel E-Motor: einfaches Prinzip Zusätzliche Möglichkeiten für Experimente: Modell Drehspulinstrument, Lautsprecher aus Trinktüte, selbstgebauter Elektromagnet und -motor

Curriculum Klasse 9

Hinweis:

Die Methoden der vorangegangenen Schuljahre werden weiter ausgebaut und vertieft.

Optionales:

- Optional könnte zusätzlich ein Fachtag zum Thema "Hebel und einfache Maschinen" durchgeführt werden.

Kommentiert [Ga8]: Die Fachschaft könnte im Laufe des nächsten Schuljahres einen entsprechenden Fachtag erarbeiten.

1. Optik – Lichtbrechung und optische Abbildungen

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **12 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• beschreiben das Verhalten von Lichtstrahlen an Grenzflächen. • analysieren und erklären Brechungsphänomene in der Natur. • konstruieren den Verlauf von Lichtstrahlen an Grenzflächen. • untersuchen verschiedene Linsentypen und bestimmen deren optische Eigenschaften. • analysieren den Einfluss der Brennweite auf das Bild. • konstruieren optische Abbildungen mithilfe ausgezeichneter Lichtstrahlen.	• Brechung und Reflexion an Grenzflächen • Totalreflexion • sammelnde und zerstreue Eigenschaften von Linsen • Brennweite von Sammellinsen • Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild • Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung	Es ist nicht vorgesehen, die Formel des Brechungsgesetzes zu behandeln. Zur Konstruktion von Lichtstrahlen genügt es, Daten zur Abhängigkeit des Brechungswinkels vom Einfallswinkel zu verwenden. Es sollten auch Phänomene betrachtet werden, bei denen Brechung und (Mehrfach-) Reflexion gemeinsam auftreten. Die Linsengleichung und das Abbildungsgesetz können behandelt werden;	Hinweis: Zur Lösung der auftretenden Bruchgleichungen soll der Taschenrechner (SOLVE-Funktion) verwendet werden. Eine formale Lösung der Gleichung ist nicht vorgesehen. Statt eines Fernglases kann auch ein Fernrohr betrachtet werden. Formel: $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
untersuchen und erklären die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung.		auf umfängliche Rechnungen soll jedoch verzichtet werden.	Digitalisierung: Anwendung der PhET-Simulationen (phet.colorado.edu/de/) zum Thema Linsenoptik möglich
- beschreiben und erklären die Bildentstehung im menschlichen Auge. - beschreiben die Nutzung und erklären die Funktionsweise optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung.	- Auge, Sehfehler - Lupe (virtuelles Bild) - Mikroskop oder Fernglas	Es empfiehlt sich, die Themen Auge und Mikroskop in Abstimmung mit dem Fach Biologie zu unterrichten. Die Behandlung von optischen Täuschungen ist eine mögliche Ergänzung.	Eine Absprache mit dem Fach Biologie, Thema „Auge“, sollte erfolgen.

Kommentiert [SV9]: Ergänzung Claudia

2. Elektrischer Strom und Spannung

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **14 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
beschreiben, dass elektrische Ströme einen Antrieb benötigen	- elektrische Stromstärke - elektrische Spannung	Zur Vorbereitung des Ladungsbegriffs ist zum Beispiel ein Zugang über die Elektrostatik	Ergänzung: Potentiale und Spannung als Potentialdifferenz können

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
und durch Widerstände gehemmt werden. • messen Stromstärke und Spannung. • berechnen Spannung, Stromstärke, Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen. • beurteilen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. • erklären den elektrischen Strom als Transport von elektrischen Ladungen. • beschreiben das Verhalten von Schaltungen mithilfe von Stromstärke, Spannung und Widerstand. • erläutern die Knoten- und Maschenregel.	• elektrische Energie und Leistung • elektrische Ladung • Knoten- und Maschenregel • Ohm'sches Gesetz • Drähte als Widerstände • Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	oder über Elektronenröhren möglich. Analogien und Modelle zur Erläuterung der Knoten- und Maschenregel können hilfreich sein. Die Berechnung komplexer Widerstandsnetze ist nicht gefordert. Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei die Erklärung der Vorgänge im Innern der Dioden nicht erwartet wird.	eingeführt werden, um das Antriebskonzept (Wärmelehre, Wasserstromkreis, Druck) weiter fortzuführen. Auf die Elektrostatik und Ladung wird verzichtet (s. Oberstufe). Bei Behandlung des spezifischen Widerstandes soll der Schwerpunkt auf Experimente gesetzt werden. Formeln: $R = \frac{U}{I}$ Reihenschaltung: $R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Parallelschaltung: $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ Optional: Spezialfall der Parallelschaltung n gleichartiger Widerstände R extra hervorheben: $R_{ges} = \frac{R}{n}$

Kommentiert [SV10]: Ergänzung Claudia

Kommentiert [SV11]: Ergänzungen Claudia, Stefan

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
			Digitalisierung: Anwendung der PhET-Simulationen (phet.colorado.edu/de/) zum Thema Elektrizitätslehre (Knoten- und Maschenregel, Ohmscher Widerstand) möglich

3. Mechanik – beschleunigte Bewegungen

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **6 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
- beschreiben Beschleunigungsvorgänge aus dem Alltag. - erstellen und analysieren Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme. - führen Geschwindigkeitsänderungen auf das Wirken von Kräften zurück.	- gleichförmige und beschleunigte Bewegungen - Trägheitsprinzip - Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung - Reibungskräfte	Es ist in dieser Unterrichtseinheit zu beachten, dass eine quantitative Analyse beschleunigter Bewegungen der Sekundarstufe II vorbehalten ist. Der Schwerpunkt liegt somit auf der qualitativen Analyse und Interpretation von beschleunigten Bewegungen	Hinweise: Dieses Thema sollte erst nach der Behandlung der quadratischen Funktionen im Mathematikunterricht unterrichtet werden, obwohl die Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung erst in der Sek. II behandelt werden. Man

- wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an. - erklären die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften.		sowie auf der Kraft als Ursache solcher Bewegungen.	kann so die Graphen präziser benennen. Die gleichförmigen Bewegungen wurden bereits in Klassenstufe 8 unterrichtet. Die Reibungskräfte werden nur qualitativ betrachtet.
--	--	---	--

Kommentiert [SV12]: Vorschlag Claudia:
So können die Graphen von den SuS sinnvoll inhaltlich eingeordnet werden.

Curriculum Klasse 10

Hinweise:

- Alle Methoden der vorangegangenen Schuljahre werden weiter ausdifferenziert.
- Das Thema Atom- und Kernphysik sollte als letztes Thema im Schuljahr behandelt werden, weil die mathematischen Voraussetzungen (Exponentialfunktionen) vorhanden sein sollten.

1. Energie – qualitativer und quantitativer Energiebegriff, Herausforderungen der Energieversorgung

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **4 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• ordnen Alltagsbeispielen darin auftretende Energieformen zu. • beschreiben und analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird. • nennen Beispiele, an denen deutlich wird, dass bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann. • erklären den Wechsel des Aggregatzustandes mit der Zufuhr oder dem Entzug von Energie.	• Energieformen: Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie • Energieumwandlungen • Energieerhaltung • Aggregatzustände	Es wird empfohlen, diese Einheit zum qualitativen Energiebegriff zu Beginn des Physikunterrichts durchzuführen, um frühzeitig tragfähige Vorstellungen zu verankern, denn die Schülerinnen und Schüler kommen in der Regel schon mit einem rudimentären, aber teils sehr unterschiedlichen Verständnis des Energiebegriffs an das Gymnasium. Auf die besondere Rolle der Sonne als Energiequelle ist einzugehen.	Gutes Filmmaterial auf DVD "Energie - Sekundarstufe I, Klassen 5-9" (von Gida); Das Thema Aggregatzustände wurde bereits in Klasse 7 behandelt. Die Energieformen an dieser Stelle nur qualitativ behandeln. Digitalisierung: • Anwendung der PhET-Simulationen (phet.colorado.edu/de/) zum Thema

Kommentiert [SV13]: „Hinweise:“ als Überschrift für allgemeine Bemerkungen zur Jahrgangsstufe.

Kommentiert [SV14]: Anmerkung dazu verfassen, Verankerung in 10 begründen

Kommentiert [Ga15]: Anschaffungswunsch: DVD "Energie - Sekundarstufe I, Klassen 5-9" von Gida

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Energieumwandlung im Looping möglich
- analysieren im Sachzusammenhang vorhandene Energieformen und deren Umwandlung. - beschreiben Möglichkeiten des Energietransports. - berücksichtigen in ihren Analysen und Rechnungen den Energieerhaltungssatz. - berücksichtigen bei Energieumwandlungen den Wirkungsgrad. - unterscheiden zwischen Energie und Leistung. - berechnen Energie, Leistung und beteiligte Größen wie zum Beispiel Geschwindigkeit, Höhe, Masse, elektrische Spannung, Stromstärke, Temperatur und Zeit.	- Energieformen: potentielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie - Energietransport - Energieerhaltung - Wirkungsgrad - Energieentwertung - Leistung	Es ist nicht intendiert, die aufgeführten Inhalte als zusammenhängende Einheit zu unterrichten, vielmehr wird empfohlen, die Inhalte im Rahmen der anderen Sachgebiete zu nutzen, um einen vernetzten Energiebegriff im Sinne eines Basiskonzepts aufzubauen.	Elektrische Energie und Wirkungsgrad werden beim Thema Transformator (Klasse 10, Elektrizitätslehre - Induktion) eingeführt. Quantitative Einführung der Lageenergie (den Begriff "potentielle Energie" verwenden wir erst in der Oberstufe): $E_{Lage} = m \cdot g \cdot h$ Die Formel für die Bewegungsenergie (den Begriff "kinetische Energie" verwenden wir erst in der Oberstufe) wird erst in der Oberstufe eingeführt. Wärmeenergie wird nicht quantitativ behandelt. Leistung:

Kommentiert [SV16]: Anmerkung dazu verfassen, Verankerung in 10 begründen

Kommentiert [Ga17]: Bitte die Formeln $E_{Lage}=mgh$ und $E_{el}=Pt$ einfügen

Kommentiert [Ga18R17]: Die Formel für E_{el} doch nicht einfügen, die sollte schon in Klasse 9 eingefügt worden sein.

Kommentiert [SV19R17]: In Klasse 9 eingetragen, inkl. $P=U \cdot I$

Kommentiert [Ga20]: Bitte die Formeln $E_{Lage}=mgh$ und $E_{el}=Pt$ einfügen

Kommentiert [SV21R20]: Lageenergie eingefügt

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
			$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$
• vergleichen und bewerten unterschiedliche Arten der Energieversorgung. • beschreiben die Prozesse bei der Umwandlung von solarer Energie in technischen Anlagen. • analysieren die Probleme beim Transport und der Speicherung von Energie. • entwickeln Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie. • beschreiben die Mechanismen, die zum Treibhauseffekt führen.	• Arten der Energieversorgung • Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie • Probleme der Energieversorgung: Treibhauseffekt, Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie • Ansätze zur Problemlösung: verantwortungsvoller Umgang mit Energie und Nutzung regenerativer Energien	Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung in besonderem Maße an.	

2. Elektrizitätslehre - Induktion

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **12 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
- beschreiben und erklären Phänomene mit Hilfe der Induktion. - Erläutern Energieumwandlungen mit Hilfe des Elektromagnetismus. - erklären die Funktion von technischen Geräten mit Hilfe des Elektromagnetismus. - beschreiben und erklären Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt.	- Induktion - Mikrofon - Generator - Transformator, Hochspannungsleitung	Eine mathematische Beschreibung des Induktionsgesetzes ist nicht gefordert. Auf die Behandlung der Drei-Finger- Regel und der Lorentzkraft kann verzichtet werden.	Bei der Behandlung des Mikrofons bzw. Generators ist ein Rückbezug zum Lautsprecher bzw. Elektromotor sinnvoll. Die Braun'sche Röhre kann deshalb an dieser Stelle noch nicht behandelt werden. Folgende Experimente bieten sich an: Hörner-Blitz, Schmelzrinne, Schweiß-Trafo, Hochspannungsleitung Leistung / Verlustleistung: $P_{el} = U \cdot I$

Kommentiert [S22]: (Konkrete Aufbereitung dieses Themas in einer der nächsten Fachsitzungen, Problem: Induktion ist ohne die Betrachtung der Elektronenflussrichtung schwierig.)

Kommentiert [Ga23]: Anschaffungswunsch: Fertigbausatz für Hochspannungsleitung

3. Optik – Farben

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **4 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
- deuten die Zerlegung weißen Lichts mit Hilfe von Spektralfarben. - interpretieren die Entstehung eines Regenbogens als Spektralzerlegung des Sonnenlichts. - erläutern das Zustandekommen unterschiedlicher Farben durch die Addition von Grundfarben. - erläutern die Farbigkeit von Gegenständen mit der Absorption bestimmter Farben.	- spektrale Zerlegung des Lichts - Grundfarben, Mischung von Farben: Farbadddition - Absorption bestimmter Farben: Farbsubtraktion	Bei der Zerlegung des Lichts soll auf die Grenzen des sichtbaren Spektrums (ultraviolett, infrarot) kurz eingegangen werden. Es ist sinnvoll, die Farbadddition am Beispiel von Displays und die Farbsubtraktion am Beispiel der Farben von Kleidungsstücken zu behandeln. Weitere Eigenschaften wie Sättigung, Helligkeit, Farbton können thematisiert werden.	Hinweis: Betrachtung des Haupteinganges der Schule (Kunst am Bau)

4. Atom- und Kernphysik – Elementarteilchen, radioaktiver Zerfall, Kernenergie

Zur Bearbeitung des Themenfeldes sind insgesamt ca. **12 Wochen** zu je 2 Wochenstunden vorgesehen.

Kommentiert [Ga24]: Bitte die Formatierung optimieren.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			
• vergleichen die Eigenschaften von Elementarteilchen. • erläutern den Aufbau von Atomkernen. • unterscheiden zwischen Elementen und Isotopen.	• Proton, Neutron und Elektron • Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope	Grundlegende Kenntnisse über den Aufbau der Atome werden im Chemieunterricht vermittelt. Der Physikunterricht konzentriert sich daher auf die Untersuchung von Atomkernen. Für das Verständnis der Vorgänge im Atomkern sind Kenntnisse über Elementarteilchen von grundlegender Bedeutung. Ein kurzer Einblick in das Standardmodell anhand der stabilen Elementarteilchen soll im Unterricht gegeben werden.	Als kurzen Einblick in das Standardmodell betrachten wir das Kern-Hülle-Modell nach Rutherford, ggf. wird in der Chemie parallel auch schon ein Schalenmodell (frei nach Bohr) erarbeitet. Als Einstieg bietet sich der Ölfleck-Versuch zur Größeneinordnung von Atomen an.
• beschreiben Verfahren zum Nachweis radioaktiver Strahlung. • nennen Möglichkeiten der Abschirmung radioaktiver Strahlung. • analysieren Zerfallsreihen radioaktiver Kerne. • führen (Modell-)Versuche zum radioaktiven Zerfall durch. • berechnen mit Hilfe des Zerfallsgesetzes Anteile von zerfallenen Kernen.	• α-, β-, γ-Zerfall • Aktivität • Halbwertszeit • Zerfallsgesetz • Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung • Nullrate • Abschirmung	Zerfallsprozesse und Halbwertszeiten lassen sich mit Hilfe von Modellen (zum Beispiel Würfel) darstellen. Es wird eine Absprache mit dem Fach Mathematik hinsichtlich der Einführung von Exponentialfunktionen empfohlen.	Es empfiehlt sich ein Fachtag bei DESY (Anmeldung langfristig planen).

• bewerten die Lagerung radioaktiver Abfälle hinsichtlich Abschirmung und Dauer.			
• beschreiben und analysieren Kernreaktionen. • verwenden Energiebilanzen zur Beschreibung von Kernreaktionen. • vergleichen Kernkraftwerke mit konventionellen Kraftwerken. • bewerten Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie. • nennen die Folgen radioaktiver Strahlung. • nennen Anwendungen in Medizin und Umwelt.	• Kernspaltung und Kettenreaktionen bei Kernkraftwerken und Kernwaffen • Energiebilanzen bei Kernreaktionen • Kernfusion in Fusionsreaktoren und Sonne • Radioaktivität in Umwelt und Medizin	Die technische Umsetzung im Kernkraftwerk beziehungsweise Fusionsreaktor ist nur soweit zu behandeln, dass ein Vergleich mit konventionellen Kraftwerken möglich wird.	Es empfiehlt sich die Verwendung des Themenheftes "Kernenergie Basiswissen" (S. 10 ff). 15 Hefte sind in Physiksammlung als Präsenzliteratur vorhanden, alternativ als Pdf-Dateien auf der CD "Kernenergie Basiswissen" bzw. Download von der Homepage „www.kernd.de“. Der Schwerpunkt sollte auf den biologischen und medizinischen Aspekten der Radioaktivität liegen. Es empfiehlt sich das Themenheft "Radioaktivität und Strahlenschutz". 30 Hefte sind in Physiksammlung als Präsenzliteratur vorhanden.

Operatoren im Fach Physik

Anmerkungen: Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die im Fach Physik verwendet werden. Diese Operatoren können hinsichtlich ihrer Bedeutung durch Zusätze (zum Beispiel „rechnerisch“ oder „graphisch“) spezifiziert werden. Zugelassene Hilfsmittel dürfen zur Bearbeitung verwendet werden, wenn dem kein entsprechender Zusatz entgegensteht. Sofern durch den Operator nichts anderes bestimmt ist, ist bei der Bearbeitung der Aufgabe das Vorgehen so zu dokumentieren, dass es für eine fachkundige Person nachvollziehbar ist. Im Einzelfall können auch hier nicht aufgeführte Operatoren eingesetzt werden, wenn davon auszugehen ist, dass sich deren Bedeutung aus dem Kontext ergibt (zum Beispiel „beschriften“, „ankreuzen“).

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
analysieren	systematisches Untersuchen eines Sachverhaltes, bei dem Bestandteile, dessen Merkmale und ihre Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen
aufbauen (Experimente)	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen / entwickeln von Hypothesen	begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen

berechnen	Ergebnisse aus gegebenen und experimentell gewonnenen Werten rechnerisch generieren
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestimmen	einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
beweisen	mit Hilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung / Aussage bestätigen beziehungsweise widerlegen
bewerten	Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse an Beurteilungskriterien oder Normen und Werten messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben
diskutieren	in Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen oder Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
durchführen (experimentell)	eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
erklären	einen Sachverhalt mithilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren

interpretieren / deuten	Sachverhalte und Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten herausarbeiten
klassifizieren / ordnen	Begriffe, Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
nennen / angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben
planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie gegebenenfalls Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Objekte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder schriftlich übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	zu einem Gegenstand oder Sachverhalt, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
überprüfen / prüfen / testen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und gegebenenfalls Widersprüche aufdecken
untersuchen	Sachverhalte / Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage treffen
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	eine exakte Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben

Anlage: Musterprotokoll

Im Folgenden wird am Beispiel des Experiments „Temperatur im Zeitverlauf“ dargestellt, wie ein Versuchsprotokoll strukturell aufgebaut sein sollte. Zu jedem Versuchsprotokoll gehören Name und Datum in die Kopfzeile, eine sinnvolle Überschrift, der Versuchsaufbau (abhängig vom Experiment mit Skizze und / oder Beschreibung), die Durchführung, die Beobachtung und die Deutung der Messdaten.

Die zusätzlich aufgeführten Teile sind einerseits abhängig vom protokollierten Experiment und andererseits abhängig vom Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler optional.

Name: Anton Berta

Datum: x.x.202x

Experiment: Temperatur im Zeitverlauf

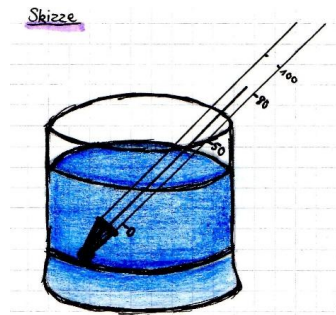
Materialliste:

250ml-Becherglas, Thermometer mit Skala, Stoppuhr, Wasser (200ml), Wasserkocher

Experimentieraufbau:

(Skizze und / oder Beschreibung)

In ein 250ml-Becherglas wird 80° C heißes Wasser gefüllt. Ein Thermometer steht für die Temperaturmessung zur Verfügung.



Durchführung:

Im Wasserkocher wird Wasser bis zu einer Temperatur von ca. 80 °C erhitzt. 200ml des erhitzten Wassers werden in das Becherglas gefüllt. Nun beginnt die Messreihe: Alle 4 Minuten wird die Temperatur des Wassers mit dem Thermometer gemessen. Die gemessenen Temperaturen werden mit dem dazugehörigen Zeitpunkt in einer Tabelle notiert.

Beobachtung:

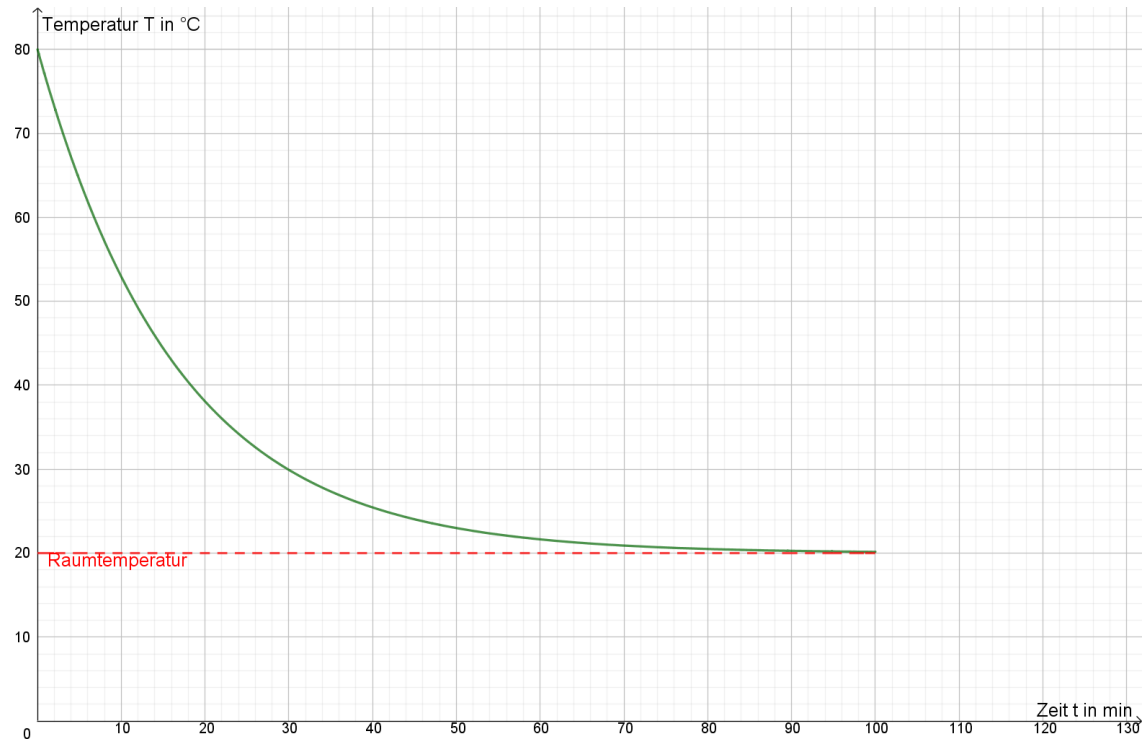
<i>t in min</i>	0	4	8	12	16	20	24	28	32
<i>T in °C</i>	80	67	57	49	43	38	34	31	29

<i>t in min</i>	36	40	44	48	52	56	60	64	68
<i>T in °C</i>	27	25	24	23	23	22	22	21	21

<i>t in min</i>	72	76	80	84	88	92	96	100	...
<i>T in °C</i>	21	21	20	20	20	20	20	20	...

Man beobachtet, dass die Wassertemperatur mit fortschreitender Zeit sinkt, bis sie die Raumtemperatur erreicht. Dies ist nach etwa 80 Minuten der Fall. Zunächst sinkt die Temperatur schneller, später langsamer.

Auswertung:



Der Graph sinkt zu Beginn der Zeit- und Temperaturmessung zunächst schneller, mit fortschreitender Zeit nimmt die Steigung ab.
Je größer die Temperaturdifferenz, desto schneller sinkt der Graph.

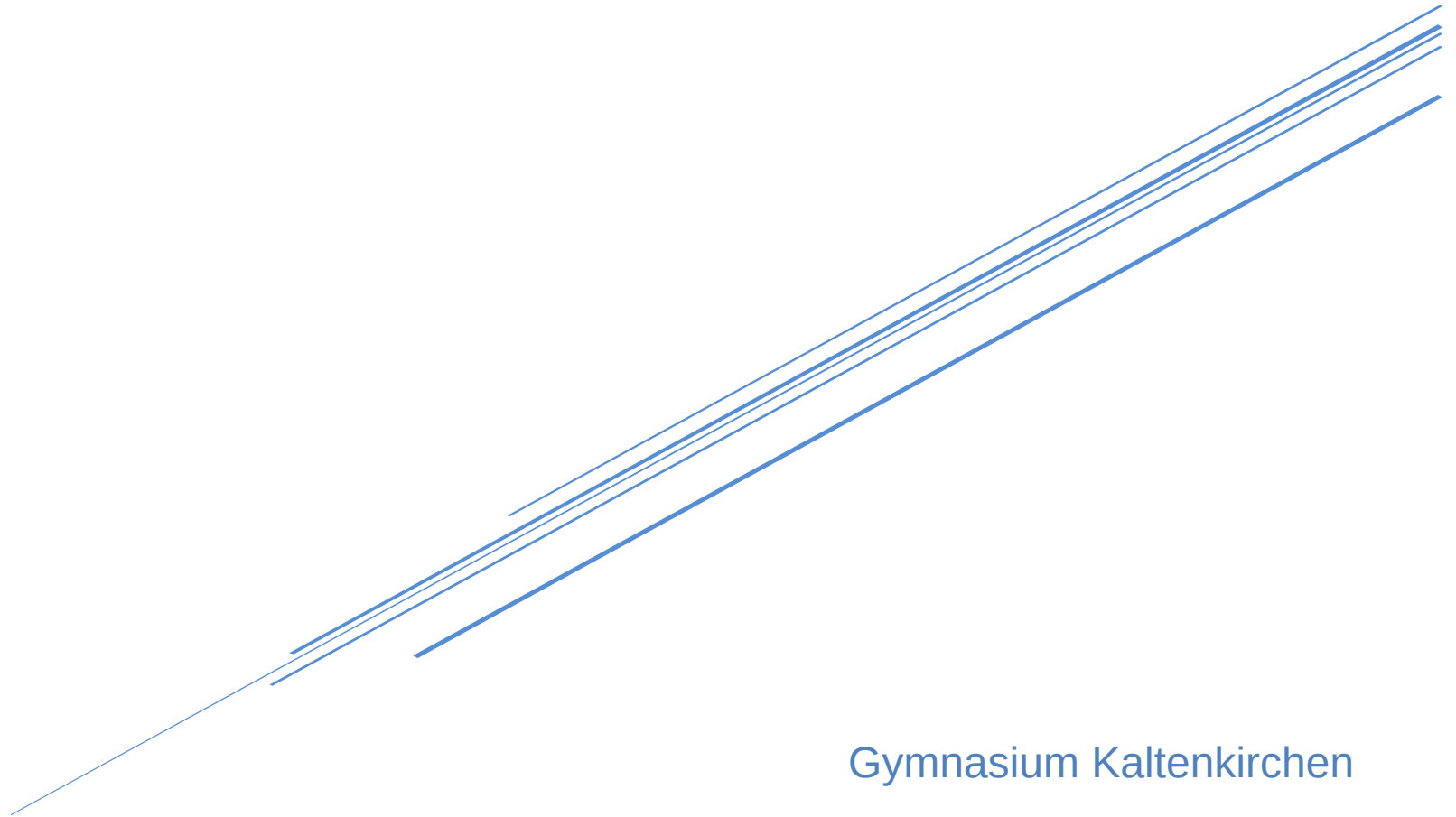
Deutung:

Je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Raum bzw. Luft wird, desto langsamer sinkt die Temperatur des Wassers.

Die Wassertemperatur nähert sich mit der Zeit der Raumtemperatur an.

FACHCURRICULUM PHYSIK

Sekundarstufe II



Gymnasium Kaltenkirchen

Inhaltsverzeichnis

Die Sekundarstufe II	2
Operatoren im Fach Physik.....	3
Curriculum E-Phase	6
1. kein Profilkurs: Mechanik (E)	6
2. Profilkurs: Mechanik und elektrische Felder (E)	9
2.1 Mechanik (E)	10
2.2 Elektrische Felder (E)	12
Curriculum Q1- und Q2-Phase.....	15
1. Q1 und Q2, kein Profilkurs.....	15
1.1 Elektrische und magnetische Felder (Q1)	15
1.2 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (Q1, Q2)	21
1.3 Quantenphysik und Materie (Q2)	24
2. Q1 und Q2, Profilkurs	27
2.1 Elektrische und magnetische Felder (Q1)	27
2.2 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (Q1, Q2)	33
2.3 Quantenphysik und Materie (Q2)	37

Die Sekundarstufe II

Die Benotung der Klassenarbeiten erfolgt während der gesamten Oberstufe nach folgendem **Bewertungsschlüssel** (s. FA S. 71):

Prozentualer Anteil der erreichten Bewertungseinheiten bezogen auf die erreichbaren Bewertungseinheiten	Note	Notenpunkte
über 95 bis 100	sehr gut	15
über 90 bis 95	sehr gut	14
über 85 bis 90	sehr gut	13
über 80 bis 85	gut	12
über 75 bis 80	gut	11
über 70 bis 75	gut	10
über 65 bis 70	befriedigend	9
über 60 bis 65	befriedigend	8
über 55 bis 60	befriedigend	7
über 50 bis 55	ausreichend	6
über 45 bis 50	ausreichend	5
über 40 bis 45	ausreichend	4
über 33 bis 40	mangelhaft	3
über 26 bis 33	mangelhaft	2
über 19 bis 26	mangelhaft	1
bis 19	ungenügend	0

Die Liste mit den **Operatoren** (s. u.) müssen den Schülerinnen und Schülern zu Beginn der Oberstufe ausgehändigt werden und es sollte im Laufe der Oberstufe immer wieder darauf hingewiesen werden.

Operatoren im Fach Physik

Anmerkungen: Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die im Fach Physik verwendet werden. Diese Operatoren können hinsichtlich ihrer Bedeutung durch Zusätze (zum Beispiel „rechnerisch“ oder „graphisch“) spezifiziert werden. Zugelassene Hilfsmittel dürfen zur Bearbeitung verwendet werden, wenn dem kein entsprechender Zusatz entgegensteht. Sofern durch den Operator nichts anderes bestimmt ist, ist bei der Bearbeitung der Aufgabe das Vorgehen so zu dokumentieren, dass es für eine fachkundige Person nachvollziehbar ist. Im Einzelfall können auch hier nicht aufgeführte Operatoren eingesetzt werden, wenn davon auszugehen ist, dass sich deren Bedeutung aus dem Kontext ergibt (zum Beispiel „beschriften“, „ankreuzen“).

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
analysieren	systematisches Untersuchen eines Sachverhaltes, bei dem Bestandteile, dessen Merkmale und ihre Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen
aufbauen (Experimente)	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen / entwickeln von Hypothesen	begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen

berechnen	Ergebnisse aus gegebenen und experimentell gewonnenen Werten rechnerisch generieren
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestimmen	einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
beweisen	mit Hilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung / Aussage bestätigen beziehungsweise widerlegen
bewerten	Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse an Beurteilungskriterien oder Normen und Werten messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben
diskutieren	in Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen oder Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
durchführen (experimentell)	eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
erklären	einen Sachverhalt mithilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren

interpretieren / deuten	Sachverhalte und Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten herausarbeiten
klassifizieren / ordnen	Begriffe, Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
nennen / angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben
planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie gegebenenfalls Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Objekte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder schriftlich übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	zu einem Gegenstand oder Sachverhalt, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
überprüfen / prüfen / testen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und gegebenenfalls Widersprüche aufdecken
untersuchen	Sachverhalte / Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage treffen
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	eine exakte Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben

Curriculum E-Phase

Im Folgenden werden die verbindlichen Inhalte der E-Phase aufgeführt.

Klassenarbeiten (kein Profilkurs):

Im 1. Halbjahr (E1) und 2. Halbjahr (E2) wird jeweils eine zweistündige Klassenarbeit geschrieben.

Klassenarbeiten (Profilkurs):

Im 1. Halbjahr (E1) wird eine zweistündige Klassenarbeit im ersten Halbjahr geschrieben.

Im 2. Halbjahr (E2) werden zwei jeweils zweistündige Klassenarbeiten geschrieben.

(Den aktuellen Klausurerlass findet man unter <https://schulintern.sh.schulcommsy.de/room/2323912/announcement/8281341>.)

1. kein Profilkurs: Mechanik (E)

Ausgangspunkt ist ein gekürzter Unterricht von 2 Stunden pro Woche. Bei dreistündigem Unterricht wird dann der Unterricht mit Inhalten aus dem Profilkurs aufgefüllt.

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S4, S5, S6, S7) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen: E3, E4, E5).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Kinematik			
analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial.	Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung	Es wird empfohlen, die Dynamik von Beginn an in den Mittelpunkt zu	Digitalisierung: Videoanalyse mit Tracker oder Viana,

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. - bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differential- und Integralrechnung - führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück - führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfs durch - wenden Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an.	- Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung - Freier Fall - Waagerechter Wurf - Energieerhaltung	stellen und die Kinematik zu integrieren. Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen. Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Größe und ihrer zeitlichen Änderungsrate soll basierend auf dem Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zur Differential- und Integralrechnung im Verlauf der Oberstufe zunehmend an Relevanz gewinnen.	digitale Messwerte- erfassung bei Fahrbahnexperimenten mit CASSY, Bewegungsexperimente mit EasySense- Messsystem (mit Ultraschallsensor oder Lichtschranken) Anwenden des Energieerhaltungssatzes auch gut im Thementeil „Dynamik“ möglich Verbindliche Formeln: Bewegungsgesetze: $s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2,$ $v(t) = a \cdot t;$ $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2,$ $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
Dynamik			

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
• beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. • nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. • unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen.	• Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft	Die Integration der Kinematik in die Dynamik von Anfang an kann sinnvoll sein, zum Beispiel indem der Einfluss von Kräften auf Bewegungen als Ursache einer Beschleunigung früh mit behandelt wird.	Hinweis: Reibungskräfte und Kräftezerlegung (insb. „schiefe Ebene“) wurden in der Mittelstufe nicht unterrichtet. Verbindliche Formeln: $F = m \cdot a$, $F_H = F_G \cdot \sin\alpha$, $F_N = F_G \cdot \cos\alpha$
• erläutern den Impulserhaltungssatz.	• Impuls, • Impulserhaltung		Verbindliche Formeln: $p = m \cdot a$
Kreisbewegung und Gravitation (ist in den Fachanforderungen hier nicht mehr vorgesehen)			
• beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. • berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. • erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. • nennen das Gravitationsgesetz.	• Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, • Zentripetalkraft, • Gravitationsfeld, • Gravitationsgesetz	Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.	Die Untersuchung der mechanischen Kreisbewegung bildet die Grundlage für die mathematische Beschreibung von Radialfeldern. Es bietet sich an, z.B. den Looping unter energetischen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Gravitationsfeld.			Gesichtspunkten zu behandeln. (Zentrales Experiment: Loopingbahn) Nach dem Magnetfeld (bekannt aus Sek I) ist das Gravitationsfeld ein weiteres Beispiel für die physikalische Modellvorstellung „Feld“, je nach Perspektive als homogenes Feld oder Radialfeld.

2. Profilkurs: Mechanik und elektrische Felder (E)

Im Profilkurs wird der Unterricht in der Eingangsstufe dreistündig erteilt. Die flexible Ressource wird als vierte Stunde dem Unterricht zugeordnet.

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S4, S5, S6, S7) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen: E3, E4, E5).

2.1 Mechanik (E)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Kinematik			
- analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial. - identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. - bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differential- und Integralrechnung - führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück - führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfs durch - wenden Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an.	- Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung - Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung - Freier Fall - Waagerechter Wurf - Energieerhaltung	Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen. Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Größe und ihrer zeitlichen Änderungsrate soll basierend auf dem Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zur Differential- und Integralrechnung im Verlauf der Oberstufe zunehmend an Relevanz gewinnen.	Digitalisierung: Videoanalyse mit Tracker oder Viana, Fahrbahnexperimente mit Cassy, Bewegungsexperimente mit EasySense-Messsystem (mit Ultraschallsensor oder Lichtschranken) Anwenden des Energieerhaltungssatzes auch gut im Thementeil „Dynamik“ möglich Verbindliche Formeln: Bewegungsgesetze: $s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$, $v(t) = a \cdot t$; $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Dynamik			
• beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. • nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. • unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen. • sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus.	• Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft	Die Integration der Kinematik in die Dynamik von Anfang an kann sinnvoll sein, zum Beispiel indem der Einfluss von Kräften auf Bewegungen als Ursache einer Beschleunigung früh mit behandelt wird.	Hinweis: Reibungskräfte und Kräftezerlegung (insb. „schiefe Ebene“) wurden in der Mittelstufe nicht unterrichtet. Verbindliche Formeln: $F = m \cdot a$, $F_H = F_G \cdot \sin\alpha$, $F_N = F_G \cdot \cos\alpha$
• erläutern den Impulserhaltungssatz. • wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an.	• Impuls, • Impulserhaltung		Verbindliche Formeln: $p = m \cdot a$
Kreisbewegung			
• beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung.	• Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, • Zentripetalkraft	Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.	Die Untersuchung der mechanischen Kreisbewegung bildet

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. - erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen.		Die Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.	die Grundlage für die mathematische Beschreibung von Radialfeldern. Es bietet sich an, z.B. den Looping unter energetischen Gesichtspunkten zu behandeln. (Zentrales Experiment: Loopingbahn)

2.2 Elektrische Felder (E)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S1, S2, S3) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren: E6, E7, E8, E9).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen			
interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen.	- elektrische Ladung - geladene Körper - Influenz	Es wird empfohlen, die grundlegenden Eigenschaften von Feldern zunächst qualitativ zu	Zentrale Experimente: Darstellung von elektrischen Feldern mit Prado-Projektor und

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern.	- dielektrische Polarisierung - Kräfte zwischen Ladungen - Abschirmung elektrischer Felder	behandeln, bevor der Begriff Feldstärke eingeführt wird.	Einsätzen für unterschiedliche elektrische Felder; Elektrostatik-Experimente (auch als Schülerexperiment möglich)
- erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke. - skizzieren elektrische Felder mittels Feld- und Äquipotentiallinien.	- elektrische Feldstärke - Feldlinien, Äquipotentiallinien (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld)		Verbindliche Formeln: $E = \frac{F}{q}$, $F = Q \cdot E$,
- beschreiben den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators. - erläutern den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern. - erläutern den Zusammenhang von potenzieller Energie einer Ladung und dem Potenzial im elektrischen Feld.	- Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator - Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern - Potenzial, Spannung als Potenzialdifferenz		Verbindliche Formeln: $U = E \cdot d$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
• beschreiben und vergleichen die grundlegenden Eigenschaften von Feldern an Beispielen (qualitativ). • nennen das Gravitationsgesetz. • vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. • wenden das Gravitationsgesetz und das Coulomb'sche Gesetz an, um Bewegungen im Gravitationsfeld bzw. elektrischen Feld zu analysieren. • beschreiben die Superposition von Feldern mittels Addition zweier feldbeschreibender Vektoren in der Ebene (zeichnerisch und quantitativ).	• Grundlegende Eigenschaften von Feldern am Beispiel des elektrischen, des Magnet- und des Gravitationsfeldes • Gravitationsgesetz und Gravitationsfeld, • Coulomb'sches Gesetz und elektrisches Feld • Superposition und Abschirmung von elektrischen Feldern		Nach dem Magnetfeld (bekannt aus Sek I) ist das Gravitationsfeld ein weiteres Beispiel für die physikalische Modellvorstellung „Feld“, je nach Perspektive als homogenes Feld oder Radialfeld. Das Thema Gravitation wird nicht als eigene Einheit behandelt, sondern im Rahmen des Vergleichs zwischen elektrischem Feld und Gravitationsfeld thematisiert. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2},$ $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2},$ $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

Curriculum Q1- und Q2-Phase

Im Folgenden werden die verbindlichen Inhalte der Q1- und Q2-Phase aufgeführt, getrennt für den herkömmlichen Grundkurs („kein Profilkurs“) und den Profilkurs.

1. Q1 und Q2, kein Profilkurs

Da der Unterricht aktuell nur gekürzt (2stündig anstelle von 3stündig) unterrichtet werden kann, werden Inhalte **grau unterlegt**, die nicht zwingend Unterrichtsgegenstand sein müssen.

Klassenarbeiten (kein Profilkurs):

Im 1. Halbjahr (Q1.1) und 2. Halbjahr (Q1.2) von Q1 wird jeweils eine zweistündige Klassenarbeit geschrieben.

Im 1. Halbjahr (Q2.1) und 2. Halbjahr (Q2.2) von Q2 wird jeweils eine zweistündige Klassenarbeit geschrieben.

(Den aktuellen Klausurerlass findet man unter <https://schulintern.sh.schulcommsy.de/room/2323912/announcement/8281341>.)

1.1 Elektrische und magnetische Felder (Q1)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S1, S2, S3) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren: E6, E7, E8, E9).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen			
beschreiben und vergleichen die grundlegenden Eigenschaften von Feldern an Beispielen (qualitativ).	Grundlegende Eigenschaften von Feldern am Beispiel des elektrischen, des Magnet- und des Gravitationsfeldes	Es wird empfohlen, die grundlegenden Eigenschaften von Feldern zunächst qualitativ zu behandeln, bevor der Begriff Feldstärke eingeführt wird.	Zentrale Experimente: Darstellung von elektrischen Feldern mit Prado-Projektor und Einsätzen für

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. - beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern.	- elektrische Ladung - geladene Körper - Influenz - dielektrische Polarisierung - Kräfte zwischen Ladungen - Abschirmung elektrischer Felder		unterschiedliche elektrische Felder; Elektrostatik-Experimente (auch als Schülerexperiment möglich)
- erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke. - skizzieren elektrische Felder mittels Feldlinien. - beschreiben die Superposition von Feldern mittels Additions zweier feldbeschreibender Vektoren in der Ebene (zeichnerisch). - vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. - wenden das Gravitationsgesetz und das Coulomb'sche Gesetz an.	- elektrische Feldstärke - Feldlinien, (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld) - Superposition und Abschirmung von elektrischen Feldern - Gravitationsgesetz - Coulomb'sches Gesetz		Verbindliche Formeln: $E = \frac{F}{q}, F = Q \cdot E,$ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2},$ $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2},$ $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.
beschreiben den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators.	Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator		Verbindliche Formeln: $U = E \cdot d$
- berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. - beschreiben die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als Energiespeicher Bauelement in Stromkreisen. - beschreiben und begründen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Ladevorgängen. - berechnen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Entladevorgängen mittels Exponentialfunktion.	- Eigenschaften des Plattenkondensators: - Kapazität (auch in Abhängigkeit von den geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) - gespeicherte Ladungsmenge - gespeicherte Energie - Auf- und Entladevorgang eines Kondensators	Als Vertiefung bieten sich die Auf- und Entladevorgänge eines Kondensators sowie die Bedeutung kapazitiver Bauelemente in Stromkreisen an.	Verbindliche Formeln: $C = \frac{Q}{U}$ $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$ Zentrales Experiment: Plattenkondensator (auch als Schülerexperiment möglich)
beschreiben und berechnen die Kräfte auf stromdurchflossene	- magnetische Flussdichte - magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung	In der Literatur wird der Begriff magnetische Feldstärke häufig synonym zum Begriff der	Verbindliche Formeln: $B = \frac{F}{I \cdot l}$, $F = I \cdot l \cdot B$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
oder bewegte Leiter im Magnetfeld. • skizzieren das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule. • messen die magnetische Flussdichte. • beschreiben den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule.	• Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule	magnetischen Flussdichte verwendet. Es empfiehlt sich, die Lernenden insbesondere im Hinblick auf die schriftliche Abiturprüfung darauf hinzuweisen.	
Körper in statischen Feldern			
• beschreiben und berechnen die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern. • beschreiben und berechnen die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld. • erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke).	• Ladungen in homogenen elektrischen Feldern • bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft)	Es sollte die Analogie zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung und dem waagrechten Wurf aus der Mechanik hergestellt werden.	• Lorentzkraft • Nachweis von Magnetfeldern Verbindliche Formeln: $F_L = q \cdot v \cdot B$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen im homogenen und elektrischen Feld und vergleichen sie mit Bewegungen im Gravitationsfeld. - analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern. - berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes.	- potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld - Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen	Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.	Zentrale Experimente: Elektronenstrahlröhre, Fadenstrahlrohr
- beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. - berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. - erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. - analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Magnetfeld.	- Untersuchung von Kreisbewegungen: - Bahn- und Winkelgeschwindigkeit - Zentripetalkraft - Kreisbewegung von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern	Kreisbewegungen können auch schon im Rahmen der Mechanik untersucht werden.	
erläutern und analysieren Experimente zur Bestimmung	- Experimente zur Bestimmung von Eigenschaften des Elektrons: - Millikanversuch		Mögliche Anwendungen: Kreisbeschleuniger,

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
der Ladung und der Masse eines Elektrons. • erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden.	• e/m -Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr • Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: • Linear- und Kreisbeschleuniger • Massenspektrometer		Massenspektrometer, Wien-Filter Zentrale Experimente: Millikan-Experiment, Fadenstrahlrohr
Veränderliche elektromagnetische Felder			
• erläutern und wenden das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte an. • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung.	• Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des magnetischen Flusses (Differenzenquotient)		
• analysieren technische Anwendungen der Induktion.	• Beispiele für technische Anwendungen der Induktion		

1.2 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (Q1, Q2)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S1, S2, S3) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden: E1, E2; Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren: E10, E11).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen			
- beschreiben Schwingungen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. - berechnen Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel, Wechselstrom - stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar und ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen.	- mechanische und elektromagnetische Schwingungen: Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer - charakteristische Größen elektromagnetischer Schwingungen und ihre Zusammenhänge: Frequenz, Periodendauer - Schwingungsgleichung	Zur Darstellung von harmonischen Schwingungen ist die Nutzung von Zeigerdiagrammen möglich. Zur Resonanz bietet sich die Betrachtung von Präventionsmaßnahmen in Gebäuden zur Verhinderung der Zerstörung bei Erdbeben an.	Verbindliche Formeln: $f = \frac{n}{t},$ $f = \frac{1}{T},$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$ $v_{Ph} = \frac{\lambda}{T},$ $y = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t),$ $F = -Dy$
Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen			
beschreiben Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen.	charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge,	Mechanische und akustische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen	Verbindliche Formeln: $f = \frac{n}{t},$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.
- erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips. - erklären Unterschiede von Transversal- und Longitudinalwellen. - wenden das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts an. - untersuchen Polarisationsphänomene experimentell. - nutzen die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen.	Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung - Transversal- und Longitudinalwellen - Dopplereffekt (qualitativ) - Polarisation	Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen. Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.	$f = \frac{1}{T},$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$ $v_{ph} = \frac{\lambda}{T}$ Zentrale Experimente: Wellenmaschine, Wellenwanne ggf. Exkursion (Orgelführung)
Überlagerung von Wellen			
- untersuchen Interferenzphänomene experimentell. - erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von	- Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht - Superposition, Interferenz am Doppelspalt und Gitter	Es bieten sich Darstellungen mit Hilfe von Zeigerdiagrammen an.	Verbindliche Formeln: konstruktive Interferenz: $\Delta s = n \cdot \lambda$, destruktive Interferenz: $\Delta s = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Interferenzmustern und nennen Bedingungen für das Auftreten von Interferenz. • berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen. • bestimmen mit Hilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle. • beschreiben die Überlagerung von reflektierten Wellen und erklären das Entstehen von stehenden Wellen. • bestimmen die Wellenlängen bei stehenden Wellen.	• stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen	Für stehende Wellen gibt es viele Anwendungen beispielsweise bei Musikinstrumenten. Außerdem werden sie für die Bearbeitung des linearen Potenzialtopfes im Zusammenhang mit Atommodellen genutzt.	Zentrale Experimente: Doppelspaltexperiment, Gitterexperiment mit Laser
Spektren			
• erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht. • klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien.	• Farben • elektromagnetisches Spektrum • Diskrete und kontinuierliche Spektren	Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.	Zentrale Experimente: Gitterexperimente mit Hg-Lampe, weißem Licht

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen.	Emissions- und Absorptionsspektren		

1.3 Quantenphysik und Materie (Q2)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Kommunikationskompetenz (Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren: K8, K9, K10) sowie der Bewertungskompetenz (Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen: B3, B4; Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren: B5, B6, B7, B8).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Quantenobjekte			
- benennen und erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie. - erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. - beschreiben die Probleme bei der Übertragung von Begriffen	- Grundlegende Aspekte der Quantentheorie: stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit - quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus	Nebenstehend wurden die in den Bildungsstandards formulierten grundlegenden Aspekte der Quantenphysik zur besseren Übersicht aus der Tabelle mit den einzelnen Inhalten herausgelöst. Die zugehörigen Kompetenzen sind abschlussbezogen und werden schrittweise im Laufe der Unterrichtseinheit entwickelt.	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik. treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von stochastischen Aussagen.			
- beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt. - werten Experimente zur Welleneigenschaft von Elektronen aus. - erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt und werten sie aus. - beschreiben das Verhalten des Lichts mithilfe von Teilcheneigenschaften. - beschreiben die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten.	- Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen - Photoeffekt - Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge		Verbindliche Formeln: $\lambda = \frac{h}{p},$ $E = h \cdot f$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung.	de Broglie-Wellenlänge		
Atomvorstellungen			
- erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron. - erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen. - berechnen Linienspektren mit Hilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom.	- quantenmechanisches Atommodell (qualitativ) - Orbitale des Wasserstoffatoms - Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema - Energieniveaus von Wasserstoff	Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen Beschreibung eines Atoms, das über historische Modelle hinausgeht. Am Beispiel des Franck-Hertz-Versuchs können die Lernenden die links genannten inhaltsbezogenen Kompetenzen in Bezug auf eine andere Form der Anregung vertiefen. Ferner können sie ihre Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung durch ein forschendes Vorgehen weiterentwickeln („Forscherkreislauf“). Deshalb ist er in besonderem Maße als Experiment im Unterricht geeignet.	

2. Q1 und Q2, Profilkurs

Im Profilkurs wird der Unterricht in der Qualifikationsphase fünfstündig erteilt.

Klassenarbeiten (Profilkurs):

Im 1. Halbjahr von Q1 (Q1.1) wird eine zweistündige (90-minütige) Klassenarbeit geschrieben.

Im 2. Halbjahr von Q1 (Q1.2) werden zwei jeweils dreistündige (135-minütige) Klassenarbeiten geschrieben.

Im 1. Halbjahr von Q2 (Q2.1) werden eine dreistündige (135-minütige) Klassenarbeit und die Vorbereitungsklausur (5 Zeitstunden) geschrieben.

Im 2. Halbjahr von Q2 (Q2.2) werden keine Klassenarbeiten geschrieben.

(Den aktuellen Klausurerlass findet man unter <https://schulintern.sh.schulcommsy.de/room/2323912/announcement/8281341>.)

Ergänzend zum Profilkurs findet in Q1 und Q2.1 ein Profilseminar (3stündig) statt (siehe Datei

„SiFC_Physik_flexible_Ressource_und_Profilseminar_ab_2021“).

2.1 Elektrische und magnetische Felder (Q1)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S1, S2, S3) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren: E6, E7, E8, E9).

Der erste Teil zu elektrischen Feldern sollte idealer Weise im E-Jahrgang behandelt werden (siehe Seite 12), ist das nicht der Fall, erfolgt dies am Anfang von Q1. Die Leitlinie ist zunächst die physikalischen Eigenschaften des Elektrons (Ladung und Masse) zu erarbeiten anhand der klassischen Versuche Elektronenstrahlröhre, Fadenstrahlrohr, Millikan-Versuch.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.
Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen			
beschreiben und berechnen die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld.	- magnetische Flussdichte - magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung	In der Literatur wird der Begriff magnetische Feldstärke häufig synonym zum Begriff der magnetischen Flussdichte	Verbindliche Formeln: $B = \frac{F}{l \cdot I'}$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.
- skizzieren das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule. - erläutern den Halleffekt. - messen die magnetische Flussdichte. - beschreiben den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule. - berechnen die magnetische Flussdichte um einen Leiter und in einer Spule. - berechnen die Energie des magnetischen Feldes einer Spule.	- Halleffekt - Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule	verwendet. Es empfiehlt sich, die Lernenden insbesondere im Hinblick auf die schriftliche Abiturprüfung darauf hinzuweisen.	$F = I \cdot l \cdot B,$ $F_L = q \cdot v \cdot B,$ $U_H = R_H \cdot \frac{I \cdot B}{d},$ $B = \mu_0 \cdot I \cdot \frac{n}{l}$ Zentrales Experiment: Magnetfeld einer langen Spule
Körper in statischen Feldern			
- beschreiben und berechnen die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern. - beschreiben und berechnen die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld.	- Ladungen in homogenen elektrischen Feldern - bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft)	Es sollte die Analogie zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung und dem waagrechten Wurf aus der Mechanik hergestellt werden.	- Lorentzkraft - Nachweis von Magnetfeldern Zentrale Experimente: Elektronenstrahlröhre, Hall-Effekt,

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
• erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke). • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen im homogenen und elektrischen Feld und vergleichen sie mit Bewegungen im Gravitationsfeld. • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern. • berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes.	• potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld • Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen	Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.	Fadenstrahlrohr
• beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. • berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. • erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. • analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Magnetfeld und im Gravitationsfeld.	• Untersuchung von Kreisbewegungen: • Bahn- und Winkelgeschwindigkeit • Zentripetalkraft • Kreisbewegung in Gravitationsfeldern • Kreisbewegung von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern	Kreisbewegungen können auch schon im Rahmen der Mechanik untersucht werden.	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
erklären Drehbewegungen unter der Nutzung der Drehimpulserhaltung.	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung	Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen. Die kurze Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.	
- erläutern und analysieren Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse eines Elektrons. - erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden.	- Experimente zur Bestimmung von Eigenschaften des Elektrons: - Elektronenablenkröhre, - e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr, - Millikan-Versuch - Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: - Linear- und Kreisbeschleuniger, - Massenspektrometer, - Hallsonde		Mögliche Anwendungen: Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer, Wien-Filter Zentrale Experimente: Elektronenablenkröhre, Fadenstrahlrohr, Millikan-Experiment
Eigenschaften des Plattenkondensators			
- berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. - beschreiben die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als	- Eigenschaften des Plattenkondensators: - Kapazität (auch in Abhängigkeit von den geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) - gespeicherte Ladungsmenge	Als Vertiefung bieten sich die Auf- und Entladevorgänge eines Kondensators sowie die Bedeutung kapazitiver Bauelemente in Stromkreisen an.	Verbindliche Formeln: $C = \frac{Q}{U},$ $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d},$ $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Energiespeicher und kapazitives Bauelement in Stromkreisen. - Beschreiben das Verhalten eines Dielektrikums im elektrischen Feld - beschreiben und begründen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und Spannung bei Ladevorgängen und erläutern den Einfluss der Parameter Widerstand und Kapazität. - berechnen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Entladevorgängen mittels Exponentialfunktion. - berechnen den zeitlichen Verlauf von Stromstärke und Spannung beim Auf- und Entladevorgang eines Kondensators mittels Exponentialfunktion unter Berücksichtigung der Parameter Widerstand und Kapazität.	- gespeicherte Energie - Dielektrikum (Polarisation) - Auf- und Entladevorgang eines Kondensators	Differentialgleichungen sind in den Fachanforderungen Mathematik nicht verbindlich als Unterrichtsgegenstand vorgesehen, können im Physikunterricht auf erhöhtem Niveau aber kurz behandelt werden. Es bietet sich an, geeignete digitale Werkzeuge (dynamische Geometriesoftware oder Computer-Algebra-Systeme) zur Veranschaulichung und Lösung von Differenzialgleichungen zu verwenden.	Zentrales Experiment: Plattenkondensator (auch als Schülerexperiment möglich)
Veränderliche elektromagnetische Felder			
erläutern und wenden das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche	Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des		Verbindliche Formeln: $U_{ind} = -nB \frac{\Delta A}{\Delta t},$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.
oder konstanter magnetischer Flussdichte an. beschreiben den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung.	magnetischen Flusses (Differenzenquotient)		$U_{ind} = -nA \frac{\Delta B}{\Delta t},$
- erläutern und wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form an. - berechnen die Induktivität einer Spule. - erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis. - analysieren technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme). - analysieren elektromagnetische Schwingkreise. - berechnen frequenzabhängige Widerstände. - vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten.	- Magnetischer Fluss - Induktionsgesetz in differenzieller Form - Induktivität - Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule - Selbstinduktion, Ein- und Ausschaltvorgänge - Beispiele für technische Anwendungen der Induktion (Wirbelströme) - elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände, Schwingkreise	Als Anwendung eignet sich beispielweise die Analyse von passiven Frequenzweichen in Lautsprecherboxen. Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen bietet sich an dieser Stelle an.	Verbindliche Formeln: allg.: $U_{ind} = -n \frac{d\Phi}{dt}$ Ein Ausblick in der genannten Form ist nur sinnvoll, wenn die Zeit und der jeweilige Kurs es zulassen.

2.2 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen (Q1, Q2)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Sachkompetenz (Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen: S1, S2, S3) sowie der Erkenntnisgewinnungskompetenz (Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden: E1, E2; Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren: E10, E11).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen			
- beschreiben Schwingungen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. - berechnen Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel, Wechselstrom, elektromagnetischer Schwingkreis - stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar und ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen. - erläutern Bedingungen für mechanische harmonische Schwingungen.	- mechanische und elektromagnetische Schwingungen: Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer - charakteristische Größen elektromagnetischer Schwingungen und ihre Zusammenhänge: Frequenz, Periodendauer - Schwingungsgleichung - lineares Kraftgesetz - gedämpfte Schwingungen	Zur Darstellung von harmonischen Schwingungen ist die Nutzung von Zeigerdiagrammen möglich. Zur Resonanz bietet sich die Betrachtung von Präventionsmaßnahmen in Gebäuden zur Verhinderung der Zerstörung bei Erdbeben an.	Verbindliche Formeln: $f = \frac{n}{t},$ $f = \frac{1}{T},$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f;$ $v_{Ph} = \frac{\lambda}{T},$ Bewegungsgesetze der harmonischen Schwingung: $y = \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t),$ $v = \omega \cdot \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t),$ $a = -\omega^2 \cdot \hat{y} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ $F = -D \cdot y$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- beschreiben zeitliche Entwicklungen von Schwingungen unter Berücksichtigung von Dämpfung und Resonanz. - vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten.	- Resonanz bei erzwungenen Schwingungen - mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten		
Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen			
- beschreiben Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. - erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips. - beschreiben die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mit Hilfe der Wellengleichung.	- charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung - Wellengleichung	Mechanische und akustische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen.	Verbindliche Formeln: $f = \frac{n}{t},$ $f = \frac{1}{T},$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$ $v_{Ph} = \frac{\lambda}{T}$ $y(x, t) = \hat{y} \cdot \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
• erklären Unterschiede von Transversal- und Longitudinalwellen. • wenden das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts an. • untersuchen Polarisationsphänomene experimentell. • nutzen die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen.	• Transversal- und Longitudinalwellen • Dopplereffekt (qualitativ) • Polarisation	Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.	Zentrale Experimente: Wellenmaschine, Wellenwanne ggf. Exkursion (Orgelführung)
Überlagerung von Wellen			
• untersuchen Interferenzphänomene experimentell. • erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern und nennen Bedingungen für das Auftreten von Interferenz. • berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen.	• Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht • Superposition, Interferenz am Doppelspalt und Gitter • Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht	Es bieten sich Darstellungen mit Hilfe von Zeigerdiagrammen an.	Verbindliche Formeln: konstruktive Interferenz: $\Delta s = n \cdot \lambda$, destruktive Interferenz: $\Delta s = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ Zentrale Experimente: Doppelspaltexperiment, Gitterexperiment mit Laser

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- bestimmen mit Hilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle. - beschreiben den Aufbau und erklären die Funktionsweise eines Interferometers. - beschreiben die Überlagerung von reflektierten Wellen und erklären das Entstehen von stehenden Wellen. - bestimmen die Wellenlängen bei stehenden Wellen.	- Interferometer - stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen	Interferometrie wird beim Thema Quanten wieder aufgegriffen. Für stehende Wellen gibt es viele Anwendungen beispielsweise bei Musikinstrumenten. Außerdem werden sie für die Bearbeitung des linearen Potenzialtopfes im Zusammenhang mit Atommodellen genutzt.	
Spektren			
- erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht. - klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien. - nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen.	- Farben - elektromagnetisches Spektrum - Diskrete und kontinuierliche Spektren - Emissions- und Absorptionsspektren	Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.	Zentrale Experimente: Gitterexperimente mit Hg-Licht, weißem Licht

2.3 Quantenphysik und Materie (Q2)

Schwerpunkte sind der Aufbau der Kommunikationskompetenz (Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren: K8, K9, K10) sowie der Bewertungskompetenz (Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen: B3, B4; Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren: B5, B6, B7, B8).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Quantenobjekte			
- benennen und erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie. - treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen. - erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. - beschreiben die Probleme bei der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik. - treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von stochastischen Aussagen.	- Grundlegende Aspekte der Quantentheorie: stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit - quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus	Nebenstehend wurden die in den Bildungsstandards formulierten grundlegenden Aspekte der Quantenphysik zur besseren Übersicht aus der Tabelle mit den einzelnen Inhalten herausgelöst. Die zugehörigen Kompetenzen sind abschlussbezogen und werden schrittweise im Laufe der Unterrichtseinheit entwickelt.	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
- beschreiben den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und der Wellenfunktion. - beschreiben die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments.	- Stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) - Delayed-Choice-Experiment	Strahlteilerexperimente können in diesem Zusammenhang genutzt werden. Dies ist mit Hilfe von Simulationen oder einfachen Experimenten möglich.	
- beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt. - werten Experimente zur Welleneigenschaft von Elektronen aus. - erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt und werten sie aus. - beschreiben das Verhalten des Lichts mithilfe von Teilcheneigenschaften. - beschreiben die Zusammenhänge der Größen	- Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen - Photoeffekt		Verbindliche Formeln: $\lambda = \frac{h}{p}$, $E = h \cdot f$ Zentrales Experiment: Photoeffekt

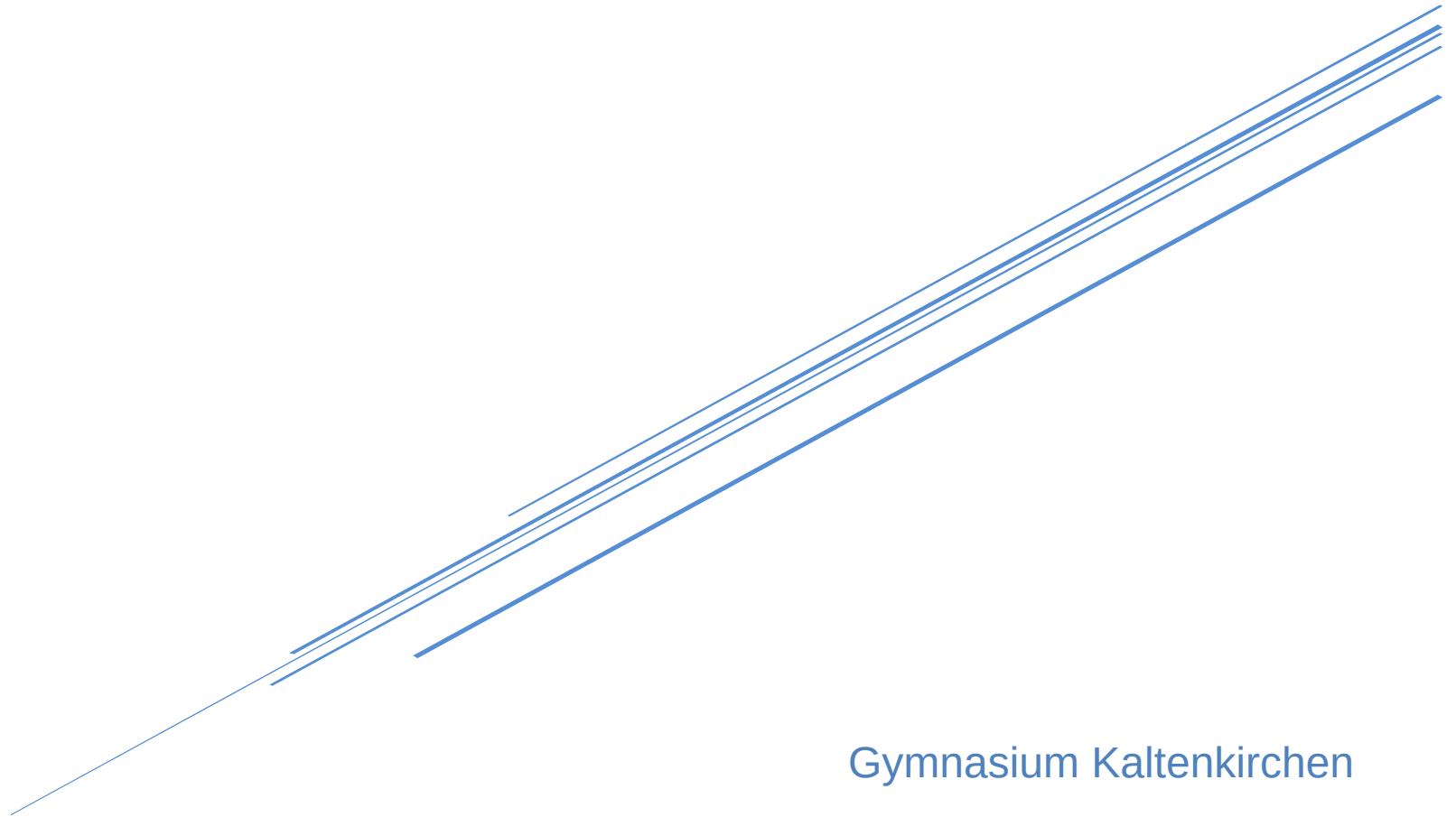
Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten. berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung.	- Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge - de Broglie-Wellenlänge		
- erläutern die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung. - untersuchen mit Hilfe der Bragg-Reflexion Röntgenspektren. - erläutern die Konsequenzen für ein Quantenobjekt hinsichtlich der Bestimmung von komplementären Größen. - erläutern die Vorgänge beim Compton-Effekt. - beschreiben Nachweismöglichkeiten für einzelne Photonen oder Elektronen.	- Röntgenbremsspektrum - Bragg-Reflexion - Ort-Impuls-Unbestimmtheit - Compton-Effekt - Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen		Verbindliche Formeln: Bragg-Gleichung: $n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\vartheta$, Heisenberg'sche Unschärferelation: $\Delta E = h \cdot \Delta f$, Compton-Formel: $\Delta\lambda = \frac{h}{m_{0e} \cdot c} \cdot (1 - \cos\varphi)$
Atomvorstellungen			
erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung	- quantenmechanisches Atommodell (qualitativ) - Orbitale des Wasserstoffatoms	Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Themen und Inhalte	Vorgaben und Hinweise	Anmerkungen
Die Schülerinnen und Schüler ...			<i>Die Wochenangaben zu einzelnen Inhalten sind lediglich Empfehlungen und dienen der Orientierung.</i>
der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron. • erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen. • berechnen Linienspektren mit Hilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome. • berechnen diskrete Energiewerte für den Potenzialtopf. • beschreiben Aufenthaltswahrscheinlichkeiten eines Elektrons im Potenzialtopf. • erläutern die Konsequenzen der Unbestimmtheitsrelation für das Potenzialtopfmodell. • erklären die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung.	• Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema • Energieniveaus von Wasserstoff und wasserstoffähnlicher Atome • Modell des eindimensionalen Potenzialtopfes mit unendlich hohen Wänden • charakteristische Röntgenstrahlung	Beschreibung eines Atoms, das über historische Modelle hinausgeht. Die Behandlung der Schrödingergleichung ist nicht verbindlich, kann aber der Vertiefung dienen. Am Beispiel des Franck-Hertz-Versuchs können die Lernenden die links genannten inhaltsbezogenen Kompetenzen in Bezug auf eine andere Form der Anregung vertiefen. Ferner können sie ihre Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung durch ein forschendes Vorgehen weiterentwickeln („Forscherkreislauf“). Deshalb ist er in besonderem Maße als Experiment im Unterricht geeignet.	
• Stellen den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips dar.	• Ausblick auf Mehrelektronensysteme • Aufbau des Periodensystems • Pauli-Prinzip	Grundsätzlich ist im Bereich der Atomphysik eine Absprache mit der Fachschaft Chemie notwendig.	

Mögliche Vertiefungsthemen oder Kontexte in Q2.2 bei hinreichend Zeit: Astronomie, Astrophysik, Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik, Klimaphysik, Biophysik, Ozean und Klima, Medizin und Sensorik, Elektromobilität.

FACHCURRICULUM PHYSIK

Flexible Ressource und Profilseminar (Sekundarstufe II)



Gymnasium Kaltenkirchen

Die flexible Ressource

Die flexible Ressource in der Eingangsstufe dient als Vorbereitung des Profilseminars der Qualifikationsphase. Sie umfasst ganzjährig eine Stunde pro Woche und wird dem Profulfach Physik angegliedert. Die Gesamtunterrichtszeit des Physikprofils umfasst somit in der Eingangsstufe vier Wochenstunden. Die aufgeschlüsselten Inhalte werden dynamisch in den Unterricht des Profils integriert.

Inhalte:

- Anforderungen an Versuchsprotokolle in der Oberstufe inklusive richtigem Umgang mit Quellen
- Diagramme digital erstellen, inklusive passender Regressionen
- Die zugrundeliegenden Experimente kommen aus dem laufenden Unterricht.

Das Profilseminar

Das Profilseminar ist im Unterschied zur flexiblen Ressource ein eigenständiges Fach, das in den Jahrgängen Q1.1, Q1.2 und Q2.1 mit jeweils drei Wochenstunden unterrichtet wird. Jedes der drei Halbjahre hat ein Kernziel, das in seinem Anspruch jeweils eine Steigerung erfährt.

Q1.1 und Q1.2: Kernziel „interaktive Ausstellung und Präsentation“

Im Profilseminar von Q1.1 steht die Erarbeitung einer interaktiven Ausstellung und Präsentation ggf. mit Einbindung fächerübergreifender Aspekte im Vordergrund. Ein sinnvolles Ziel wäre z.B. die Vorbereitung der Vorstellung des Fachbereichs Physik für den „Präsentationsabend für die neuen fünften Klassen“. Dieser findet zu Beginn des Schulhalbjahres Q1.2 statt.

Inhalte:

- Zielgruppenanalyse,
- Auswahl und Planung der Inhalte, Experimente, interaktive Bestandteile,
- Dokumentation der Planung und Durchführung,
- Nach Möglichkeit Durchführung eines Testdurchlaufs mit Testgruppe aus Zielgruppe,
- Reflexion der Planung und Durchführung inklusive Optimierungsvorschläge als eigenständige schriftliche Ausarbeitung

Q2.1: Kernziel „Ausbau der Kompetenzen im selbständigen Planen, Experimentieren, Dokumentieren und Reflektieren“

Damit erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre Kompetenzen nicht nur im Hinblick auf ihre Studierfähigkeit, sondern auch auf die Vorbereitung des fachpraktischen Teils der Abiturprüfung.

Inhalte:

- Fehlerbetrachtungen, verstärkt auch mathematisch, aber ohne Fehlerfortpflanzungsgesetze
- erhöhte Eigenständigkeit in der Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente
- ausführliche Reflexion