



Schulinternes Fachcurriculum

Physik

Carl-Maria-von-Weber-Schule

2026

Schulinternes Fachcurriculum Physik



Carl-Maria-von-Weber-Schule Gymnasium der Stadt Eutin

Inhalt

1. Einführung
2. Unterricht
 - a) Reihenfolge und Zeitpunkt der Unterrichtseinheiten
 - b) Vereinbarungen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten
3. Grundlegende und überfachliche Kompetenzen
4. Fachsprache
5. Fördern und Fordern
6. Digitale Medien und Medienkompetenz
7. Hilfsmittel
8. Leistungsbewertung
9. Überprüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums

1. Einführung

Die vom Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein im Jahr 2022 herausgegebenen Fachanforderungen Physik bilden den planerischen Rahmen des Physikunterrichts in Schleswig-Holstein. Dieser Rahmen wird durch von uns getroffene Festlungen im vorliegenden schulinternen Fachcurriculum präzisiert.

2. Unterricht

a) Reihenfolge und Zeitpunkt der Unterrichtseinheiten

Sekundarstufe I

Jahrgang (Wochenstunden)	Themen
7 (2 WS)	7.1 Optik - Ausbreitung des Lichts und Reflexion an ebenen Flächen 7.2 Elektrizitätslehre - Einfache elektrische Stromkreise 7.3 Mechanik - Dichte 7.4 Mechanik - Geschwindigkeit
8 (1 WS)	8.1 Mechanik - Statische Kräfte und Druck 8.2 Magnetismus - Magnetismus 8.3 Wärme - Temperatur und Wärmetransport 8.4 Energie - Qualitativer Energiebegriff
9 (1 WS)	9.1 Atom- und Kernphysik - Elementarteilchen 9.2 Elektrizitätslehre - Stromstärke und Spannung 9.3 Magnetismus - Elektromagnetismus 9.4 Energie - Herausforderungen der Energieversorgung
10 (2 WS)	10.1 Optik - Lichtbrechung, optische Abbildungen und Farben 10.2 Atom- und Kernphysik - Radioaktiver Zerfall und Kernenergie 10.3 Mechanik - Beschleunigte Bewegungen

Aufgrund der unterschiedlichen Wochenstundenzahlen dürfen in der Sekundarstufe I einzelne Themen auch eine Klassenstufe früher oder später unterrichtet werden. Jedoch müssen die Themen 7.1 bis 8.4 am Ende der Klassenstufe 8 und alle Themen am Ende der Klassenstufe 10 abgeschlossen sein. Die Physiklehrkräfte eines Jahrgangs einigen sich dabei auf eine einheitliche Vorgehensweise. Die Themenreihenfolge soll nicht geändert werden.

Sekundarstufe II

Jahrgang (Wochenstunden)	Themen
11 (3 WS)	11.1 Mechanik - Dynamik inklusive Kinematik - Kreisbewegungen 11.2 Schwingungen und Wellen - Mechanische und elektromagnetische Schwingungen - Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen - Welleneigenschaften des Lichts 11.3 Felder - Grundlegende Eigenschaften von Feldern
12 (3 WS)	12.1 Felder - (Homogenes) Elektrisches Feld - Ladungen im elektrischen Feld - Teilcheneigenschaften der Materie 12.2 Schwingungen und Wellen - Überlagerung von Wellen - Spektren 12.3 Quantenphysik und Materie - Grundlegende Aspekte der Quantentheorie - Welleneigenschaften der Materie - Teilcheneigenschaften des Lichts 12.4 Felder - (Homogenes) Magnetfeld - Ladungen im Magnetfeld - Teilcheneigenschaften der Materie
13 (3 WS)	13.1 Felder - Elektrodynamik 13.2 Quantenphysik und Materie - Eigenschaften von Quantenobjekten - Atomvorstellungen 13.3 Mögliche Vertiefungsthemen oder Kontexte - Astronomie - Astrophysik - Biophysik - Elektromobilität - Elementarteilchenphysik - Festkörperphysik - Kernphysik - Klimaphysik - Medizin und Sensorik - Ozean und Klima - Relativitätstheorie - Thermodynamik

b) Vereinbarungen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten

Klassenstufe: 7

Thema: 7.1 Optik – Ausbreitung des Lichts und Reflexion an ebenen Flächen

Inhalt	-----Kompetenzbereiche-----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Lichtquellen und beleuchtete Gegenstände	- Punktförmige und ausgedehnte Lichtquellen - Lichtstrahl und Lichtbündel	- Eine ausgedehnte Lichtquelle wird als Idealmodell auf eine punktförmige Lichtquelle reduziert. - Ein Lichtstrahl wird als Idealisierung eines Lichtkegels aufgefasst. - Ein Lichtstrahl ist ein Modell zur Ausbreitung von Licht.	- Beispiele für Lichtquellen im Alltag werden diskutiert. - Mit dem Begriff Lichtstrahl argumentieren können - Erklären können, warum Gegenstände gesehen oder nicht gesehen werden können		- Experimentieren mit Lichtquellen - Lichtstrahlen mit Lineal und Bleistift zeichnen - Bau einer Lochblende (Kerzenlicht auf einen kleinen Punkt an der Wand reduzieren) - Anhand der Versuche den Aufbau eines Versuchsprotokoll durchführen	
Licht und Sehen	- Wahrnehmung von Licht / Sehvorgang	- Licht breitet sich geradlinig aus. - Nur Licht, das von Gegenständen reflektiert in unser Auge fällt, ist sichtbar.	- Den Sehvorgang beschreiben können		- Sichtbarmachen von Lichtstrahlen (Taschenlampe / Laser / ...) durch z. B. Kreidestaub	
Lichtdurchlässigkeit	- Transparenz unterschiedlicher Stoffe	- Stoffe/Materialien sind unterschiedlich strukturiert und können Lichtstrahlen durchlassen.		- Kleidung im Sommer: Wie sehr schützen sie vor UV-Strahlung (bzw. Sonnenbrand)?		
Schatten	- Unterschied zwischen Kern- und Halbschatten - Mond- und Sonnenfinsternis - Mondphasen - Jahreszeiten	- Verschiedene Schatten müssen voneinander unterschieden werden. - Schattenbilder konstruieren - Qualitative Voraussagen über die Größe von Schatten treffen können - Erworbene Kenntnisse auf optische Phänomene im Sonnensystem anwenden können	- Die Entstehung von Schatten erklären können - Fachbegriffe <i>Kernschatten</i> und <i>Halbschatten</i> verwenden können		- Schattenexperimente mit Teelichte und leeren Toilettenpapierrollen - Zeichnerische Konstruktion von Schattenbildern - Mondphasen demonstrieren	
Bildentstehung hinter einer Blende	- Bildeigenschaften bei Abbildungen an einer Blende	- Konstruktion von Strahlengängen an Blenden - Qualitative Voraussagen über Bildeigenschaften bei Abbildungen an Blenden treffen können → Das Bild wird bei einer Lochblende gespiegelt: Punktspiegelung an der Lochblende. (Das Bild ist horizontal und vertikal gekippt.)			- Konstruktion von Bildern bzw. Strahlengängen bei Lochblenden - Evtl. Lochkamera bauen	
Umkehrbarkeit des Lichtweges und Reflexionsgesetz	- Konstruktion des Lichtstrahlenverlaufs bei der Reflexion - Konstruktion der Strahlengänge des Lichts am Spiegel	- Konstruktion von Spiegelbildern mit Hilfe des Reflexionsgesetzes - Lichtwege bzw. Strahlengänge können umgekehrt werden.	- Def.: Bei der Reflexion eines Lichtstrahls am ebenen Spiegel sind der Einfallswinkel (Winkel zwischen dem einfallenden Strahl und dem Lot) und der Reflexionswinkel (Winkel zwischen dem reflektierten Strahl und dem Lot) gleich groß. Außerdem liegen einfallender Strahl, Lot und reflektierter Strahl in einer Ebene.		- Reflexionsgesetz mit Winkelscheibe - Handexperimente aus der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler	
Eigenschaften von Spiegelbildern	- Konstruktion der Strahlengänge des Lichts am Spiegel	- Das Spiegelbild erscheint seitenverkehrt. - Analyse von Spiegelungen in Natur und Technik	- Mögliche Anwendungen von Spiegeln beschreiben und erklären			

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 7.1 Optik – Ausbreitung des Lichts und Reflexion an ebenen Flächen

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll der Aufbau eines Versuchsprotokolls vermittelt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Streuung und Absorption sollen nur phänomenologisch an beleuchteten Gegenständen behandelt werden. - Wölb- und Hohlspiegel können zur Vertiefung oder Differenzierung genutzt werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	punktförmige Lichtquelle, ausgedehnte Lichtquelle, selbstleuchtende / nicht selbstleuchtende Lichtquelle, Lichtstrahl, Lichtbündel, Lochblende, Schatten, Schattenraum, Halbschatten, Kernschatten, Vollmond, Halbmond, Neumond, totale Finsternis, partielle Finsternis, einfallender Lichtstrahl, reflektierter Lichtstrahl, Einfallswinkel, Reflexionswinkel, Lot
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Verkehrssicherheit: Reflektoren am Fahrrad, Auto usw.
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Geografie: Jahreszeiten, Mondphasen, Finsternisse - Kunst: Schattenspiel - Deutsch: Texte dazu - Musik: Geräusche, Musikbegleitung - Mathematik: Symmetrie und Winkel
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Bau einer Lochkamera - Schattenspiel: Figuren bauen, Geschichte schreiben, musikalische Untermalung - Finsternisse als Ausstellung - Besuch eines Planetariums

Klassenstufe: 7 Thema: 7.2 Elektrizitätslehre – Einfache elektrische Stromkreise

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Einfache Stromkreise (Schaltzeichen und Schaltpläne)	- Bauteile eines einfachen Stromkreises: Spannungsquelle (als Energiequelle), Glühlampe, Schalter - Elektrischer Strom sowie elektrische Spannung als dessen Antrieb (nur qualitativ) - Ladungs- und Energietransport	- Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen aufbauen bzw. Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau zeichnen - Schaltungen zu Alltagssituationen entwickeln und erproben - Das Leuchten einer Lampe deutet auf Stromfluss hin. - Je heller die Lampe leuchtet, desto größer ist die Stromstärke (nur qualitativ). - Zwischen Transport von Ladung und Energie unterscheiden	- Schaltsymbole kennen und Schaltpläne erstellen - Funktionen der Elemente eines elektrischen Stromkreises beschreiben können	- Vorteile von abstrakten Schaltsymbolen erkennen	- Einfache Stromkreise → Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen aufbauen bzw. Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau zeichnen	
Elektrische Sicherheit	- Kurzschluss und Überlastung - Sicherung - Gefahrenlehre	- Kurzschlüsse in aufgebauten Schaltungen identifizieren können - Offene Kabel dürfen nicht angefasst werden. - Elektrischer Strom und Wasser vertragen sich nicht.		- Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom (z. B. bei offenen Kabeln) bewerten	- Kurzschlussvideos zeigen - Demonstrationsexperiment: Papier auf Konstantendraht durchbrennen lassen	
Leiter und Isolatoren	- Elektrische Leitfähigkeit	- Die elektrische Leitfähigkeit von Stoffen untersuchen - Bei einfachen Stromkreisen Leiter und Isolatoren unterscheiden können - Verschiedene Stoffe besitzen unterschiedliche elektrische Leitfähigkeiten.	- Versuchsprotokolle als Form der Dokumentation anfertigen		- Schülerexperiment zur Unterscheidung von Leitern und Isolatoren (roter Koffer)	
Reihen- und Parallelschaltung sowie Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern	- Reihen- und Parallelschaltung - Und- und Oder-Schaltung (mit Schaltern) - Knotenregel (nur argumentativ)	- Der elektrische Strom verhält sich wie ein Wasserstrom im Wassermodell. - Der Gesamtstrom bleibt bei Reihenschaltungen konstant und teilt sich bei Parallelschaltungen auf.	- Selbstständige Deutung des Verhaltens des elektrischen Stroms - Knotenregel qualitativ mittels Analogien erklären können	- Vorteile und Grenzen eines Modells bewerten	- Parallel- und Reihenschaltung von Glühlampen - Und- und oder Schaltungen mit Schaltern - Messung von Gesamt- und Teilströmen (mit <i>Crocodile Physics</i>)	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 7.2 Elektrizitätslehre – Einfache elektrische Stromkreise

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin der Aufbau eines Versuchsprotokolls vermittelt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Der Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden. - Eine Abschätzung der Stromstärke soll zunächst nur qualitativ erfolgen (z. B. über die Helligkeit von gleichen Glühlampen). - Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung genutzt werden. - Optional können noch die Wirkungen des elektrischen Stroms (Wärmewirkung, Leuchtwirkung, magnetische Wirkungen, chemische Wirkung (Kartoffelbatterie, Apfelzelle)) thematisiert werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	offener und geschlossener Stromkreis, Spannungsquelle, Glühlampe, Schalter, (elektrischer) Strom, elektrische Stromstärke, elektrische Spannung, (elektrische) Ladung, (elektrische) Energie, Kurzschluss, Überlastung, Sicherung, elektrische Leitfähigkeit, elektrischer Leiter, Isolator, Reihenschaltung, Parallelschaltung, Und-Schaltung, Oder-Schaltung + gängige Schaltsymbole zum Erstellen von einfachen Schaltplänen (Spannungsquelle, Leiter, Glühlampe und Schalter)
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Qualitativer Energiebegriff: Elektrische Energie und ihre Umwandlung in Wärmeenergie
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Kunst: Bauen einer Wohnung aus einem Schuhkarton und die Elektrifizierung (Glühlampen)
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Bauen einer Wohnung aus einem Schuhkarton und die Elektrifizierung (Glühlampen)

Klassenstufe: 7**Thema: 7.3 Mechanik – Dichte**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> ----- -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Masse, Volumen und Dichte	- Definition der Größen: Masse, Volumen und Dichte	- Massen und Volumen bestimmen und damit Dichten berechnen - Massen mit Hilfe von Volumen und Dichte abschätzen	- Den Zusammenhang zwischen Masse, Volumen und Dichte beschreiben		- Experimentelle Dichtebestimmungen unterschiedlicher Stoffe (Masse und Volumen bestimmen, Dichte berechnen)	
Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten → <i>Kontextorientierung:</i> <i>Steigen/Schwimmen, Schweben, Sinken</i>	- Steigen/Schwimmen, Schweben, Sinken: Vergleich über (mittlere) Dichten - mittlere Dichte	- Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten experimentell überprüfen → Ob Gegenstände steigen/schwimmen, schweben oder sinken, hängt von der (mittleren) Dichte des Gegenstandes selbst, aber auch von der Dichte des umgebenden Mediums ab.			- Überprüfung des Verhaltens von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 7.3 Mechanik – Dichte

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin der Aufbau eines Versuchsprotokolls vermittelt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Auf die physikalische Größe <i>Auftriebskraft</i> wird hier vollständig verzichtet. Es wird lediglich über die (mittlere) Dichte argumentiert.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Masse m , Volumen V , (mittlere) Dichte ρ , (umgebendes) Medium, steigen, schwimmen, schweben, sinken
Verbindlich einzuführende Formeln	- Dichte: $\rho = \frac{m}{V}$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Physik im Schwimmbad zum Steigen/Schwimmen, Schweben und Sinken

Klassenstufe: 7 Thema: 7.4 Mechanik – Geschwindigkeit

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Geschwindigkeit	- Definition der Größen: Weg/ Strecke, Zeit und Geschwindigkeit - Einheiten der Geschwindigkeit - Geschwindigkeit als gerichtete Größe - Umrechnen der Geschwindigkeitseinheiten ineinander - Geschwindigkeiten im Vergleich	- Geschwindigkeit ist eine entscheidende Größe zur Beschreibung von Bewegungen. - Es gibt verschiedene Geschwindigkeitsangaben. - (Durchschnitts-) Geschwindigkeiten bestimmen durch Zeit- und Wegmessungen	- Unterscheidung des Symbols s für den Weg bzw. die Strecke und der Einheit s für Sekunde		- (Durchschnitts-) Geschwindigkeiten bestimmen durch Zeit- und Wegmessungen (z. B. verschiedene Fortbewegungsarten auf dem Schulhof)	
Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit	- Unterscheidung von Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeiten	- Bestimmung von zurückgelegten Wegen mit Hilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit				
Spezielle Geschwindigkeiten	- Schallgeschwindigkeit - Lichtgeschwindigkeit	- Schallgeschwindigkeit und Lichtgeschwindigkeit sind (in der Luft) konstante Größen.			- Bestimmen der Schallgeschwindigkeit (z. B. mit dem Smartphone oder mit Starterklappe auf dem Schulhof)	
Darstellungsformen von Bewegungen	- Formel - t-s-Diagramm - Wertetabelle - Text	- Bewegungsabläufe anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen analysieren - Eigene und fremde t-s-Diagramme auswerten und Schlussfolgerungen ziehen können - Situationsgerechtes Wechseln zwischen den Darstellungsformen	- Messwerte in einer Tabelle festhalten und mit Hilfe einer Graphik (t-s-Diagramm) darstellen und auswerten können	- Bewertung aufgenommener Daten	- Geschwindigkeiten bestimmen durch Zeit- und Wegmessungen - Aufbereiten der aufgenommenen Daten	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 7.4 Mechanik – Geschwindigkeit

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin der Aufbau eines Versuchsprotokolls vermittelt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Es soll keine exakte mathematische Herleitung der Momentangeschwindigkeit erfolgen.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Weg bzw. Strecke s , (SI-)Einheit: Meter (m), Zeit t , (SI-)Einheit: Sekunde (s), Geschwindigkeit v , Einheit: Meter pro Sekunde (m/s) bzw. Kilometer pro Stunde (<u>nicht</u> Stundenkilometer; km/h), Durchschnittsgeschwindigkeit $\bar{v}$, Momentangeschwindigkeit v , Lichtgeschwindigkeit c , Schallgeschwindigkeit c_s
Verbindlich einzuführende Formeln	- (Durchschnitts-)Geschwindigkeit: $v = \frac{s}{t}$ - Strecke: $s = v \cdot t$ - Zeit: $t = \frac{s}{v}$ <u>Hinweis:</u> Die Gleichungslehre wurde im Mathematikunterricht evtl. noch nicht behandelt.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Qualitativer Energiebegriff: Bewegungsenergie und Lageenergie sowie ihre gegenseitige Umwandlung
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Mathematik: Funktionen, Bruchrechnung, Gleichungslehre und Auswertung von Graphen
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Geschwindigkeitsmessung vor der Schule

Klassenstufe: 8 Thema: 8.1 Mechanik – Statische Kräfte und Druck

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Statische Kräfte	- Definition der Kraft - Einheit der Kraft - Kraft als gerichtete Größe - Hooke'sches Gesetz	- Kräfte sind gerichtete Größen. - Kraft kann Ursache einer Bewegungsänderung und einer Formveränderung sein. - Man kann Federn als Messgeräte für Kräfte nutzen. - Planung von Experimenten zur Messung von Kräften mit Federn - Ausnutzung des proportionalen Zusammenhangs zwischen Kraft und Federdehnung zum Bau eines Kraftmessers	- Den Aufbau und die Funktionsweise eines Federkraftmessers beschreiben - <i>F</i>-<i>s</i>-Diagramme erstellen interpretieren können		- Bestimmung der Federkonstante (eines Federkraftmessers) - Messung von Kräften mit einem Federkraftmesser - Daten in Tabellen erfassen	
Masse und Gewichtskraft	- Masse - Gewichtskraft - Ortsfaktor	- Berechnung von Gewichtskräften aus Masse und Ortsfaktor	- Saubere Trennung der Begriffe <i>Masse</i> und <i>Gewichtskraft</i>		- Experimentelle Bestimmung des Ortsfaktors	
Kräfteaddition und Wechselwirkungsprinzip	- Kräfteparallelogramm - Kräftegleichgewicht - Wechselwirkungsprinzip	- Eine Kraft hat einen Angriffspunkt, eine Richtung und einen Betrag. - Kräfte als gerichtete Größe darstellen - Resultierende Kräfte mit Hilfe von Kräfteparallelogrammen bestimmen	- Def.: Ein Kräftegleichgewicht liegt vor, wenn die (vektorielle) Summe aller Kräfte, die auf einen Körper wirken, Null ergibt. (<i>Dies entspricht nicht dem Wechselwirkungsprinzip Actio gleich Reactio</i>) - Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird, beschreiben		- Tauziehen - Skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken	
Druck	- Druck als „Gepresst-Sein“ - Druckdifferenzen als Antrieb für Luft- bzw. Flüssigkeitsströmungen - Schweredruck in Atmosphäre und Flüssigkeiten		- Phänomene und Experimente mit Hilfe des Begriffs <i>Druck</i> erklären - Die Entstehung des Schweredrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten erklären			
Anwendungen	- Luftdruck und Vakuum - Blutdruck					

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 8.1 Mechanik – Statische Kräfte und Druck

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll das Schreiben eines Versuchsprotokolls geübt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Verbindlich ist lediglich die Behandlung des Drucks in statischen Situationen. Weitere Situationen können zur Vertiefung oder Differenzierung genutzt werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Kraft F , Einheit: Newton (N), Federkraftmesser, Federkonstante D , Masse m , (SI-)Einheit: Kilogramm (kg), Massestück, Gewichtskraft F_G , Fallbeschleunigung (bzw. Ortsfaktor) g , Kräfteparallelogramm, Wechselwirkung (actio und reactio), Fläche A , Druck p , Schweredruck, Luftdruck, Vakuum, Blutdruck
Verbindlich einzuführende Formeln	- Federspannkraft (Hookesches Gesetz): $F_S = D \cdot s$ (s: Verlängerung der Feder) - Gewichtskraft: $F_G = m \cdot g$ - Druck: $p = \frac{F}{A}$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Qualitativer Energiebegriff: Bewegungsenergie, Lageenergie und Spannenergie sowie ihre gegenseitige Umwandlung
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Biologie: Blutkreislauf des Menschen - Geografie: Klima und Luftdruck
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Wechselwirkungsprinzip mit Booten o. Ä. auf dem Wasser - Physik im Schwimmbad zum Thema <i>Druck</i> (z. B. Tauchen)

Klassenstufe: 8**Thema: 8.2 Magnetismus – Magnetismus**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Grundphänomene des Magnetismus	- Magnetische und unmagnetische Stoffe - magnetische Pole - Anziehung und Abstoßung - Magnetisierbarkeit - Elementarmagnetmodell	- Die Grundphänomene des Magnetismus lassen sich auf Wechselwirkungen zurückführen. - Einige Stoffe besitzen eine magnetische Wirkung, andere nicht. - Es existieren keine magnetischen Monopole.	- Verwendung der Fachbegriffe <i>Nordpol</i> und <i>Südpol</i> - Grundphänomene des Magnetismus mit Hilfe von Modellen erläutern		- Untersuchung von Stoffen auf magnetische Eigenschaften - Experimente mit Stabmagneten zur Anziehung und Abstoßung - Magnetisierung eines Eisennagels	
Magnetfelder	- Feldlinienbilder von Stab- und Hufeisenmagnet - Magnetfeld der Erde - Kompass - Missweisung	- Magnetfeldlinien beschreiben das Magnetfeld. - Magnetfeldlinien sind ein Modell.	- Die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder beschreiben können	- Bedeutung des Kompasses in der Navigation erkennen	- Magnetfeld beim Stab- und Hufeisenmagnet mit Eisenspänen untersuchen - Feldlinienbilder zeichnen - Magnetfeld der Erde mit Erdmodell untersuchen	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 8.2 Magnetismus – Magnetismus

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin das Schreiben eines Versuchsprotokolls geübt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen. - Auch Elektromagnete können hier bereits genutzt werden, ohne dass dabei auf ihre Funktionsweise eingegangen wird.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Permanentmagnet, Pol, Nordpol, Südpol, Anziehung, Abstoßung, magnetisierbar, Elementarmagnet, Stabmagnet, Hufeisenmagnet, Magnetfeld, Magnetfeldlinie, Feldlinienbild, Kompass, Missweisung
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Geografie: Pole der Erde – Kompass, Kompassnutzung
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Nutzung des Kompasses bei einer Schatzsuche

Klassenstufe: 8 Thema: 8.3 Wärme – Temperatur und Wärmetransport

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Temperatur und Wärme	- Unterscheidung von Temperatur und Wärme - Celsiusskala	- Temperatur und Wärme sind zwei unterschiedliche Dinge. - Temperaturen messen	- Klare Trennung der Begriffe <i>Temperatur</i> und <i>Wärme</i> - Temperaturverläufe in Diagrammen darstellen		- Wasserbecken mit unterschiedlich temperiertem Wasser (Subjektivität von Wärme)	
Ausdehnung von Stoffen (qualitativ)	- Volumen- und Längenänderung bei Festkörpern und Flüssigkeiten bei Erhitzung - Anomalie des Wassers	- Die meisten Stoffe dehnen sich bei Erhitzung proportional aus. Wasser ist eine Ausnahme. - Anwendung der erworbenen Kenntnisse auf Alltagsphänomene		- Auch von physikalischen Regeln gibt es Ausnahmen.	- Evtl. Messung der Ausdehnung von verschiedenen Stoffen - „Kugel durch Ring – Versuch“	
Flüssigkeitsthermometer und Temperaturskalen	- Flüssigkeitsthermometer - Kelvinskala - Einheiten: Celsius, Kelvin und Fahrenheit	- Flüssigkeiten dehnen sich bei Erhitzung aus. - Temperaturen messen - Erstellen einer Temperaturskala mit Erstarrungs- und Siedepunkt - Weltweit werden verschiedene Temperaturskalen verwendet		- Unterschiedliche Temperaturskalen bewerten: Wann ist welche Skala sinnvoll?	- Ausdehnung von Flüssigkeiten (Thermometerflüssigkeit) - Erstarrungspunkt und Siedepunkt von Wasser bestimmen - Bau und Skalierung eines Thermometers und Vergleich mit kalibriertem Celsius-thermometer	
Aggregatzustände	- Aggregatzustände und ihre Übergänge - Einfaches Teilchenmodell	- Es gibt verschiedene Aggregatzustände. - Anwendung der erworbenen Kenntnisse auf Alltagsphänomene	- Das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell erklären		- Thermische Phänomene in Rollenspielen begreifen	
Wärmetransport	- Wärme ist eine Energieform. - Wärme lässt sich transportieren. - Wärmeleitung (z. B. Haushalt / Küche) und Isolation - Wärmemitführung (Konvektion; z. B. Heizungsanlage) - Wärmestrahlung (z. B. Sonne, Glühlampe)	- Es gibt unterschiedliche Formen des Wärmetransportes. - Die Wärmeleitung ist vom Material abhängig. - Der Temperaturunterschied ist die Ursache für die Wärmeleitung. - Das Wissen über Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern und Lebewesen übertragen können	- Saubere Trennung der Begriffe <i>Temperatur</i> und <i>Wärme</i> - Arten des Wärmetransports unterscheiden, benennen und beschreiben können	- Stoffe, die Wärme schlecht leiten, können helfen, Energie zu sparen	- Versuch mit Wassertropfen auf Metallstange - Tinte in Becherglas (Schülerversuch) oder Kaliumpermanganat in Wasser gefülltes U-Rohr (Demonstrationsversuch) - Rotlichtlampe und Wärmepapier - Wärmetransportketten betrachten	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 8.3 Wärme – Temperatur und Wärmetransport

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin das Schreiben eines Versuchsprotokolls geübt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum). - Die Fahrenheitskala wird nicht ausführlich thematisiert. - Ein erster Hinweis auf den Treibhauseffekt, der im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Energieversorgung (9.4) betrachtet wird, sollte bereits hier erfolgen. Eine quantitative Analyse von Wärmetransporten kann im Thema 9.4 behandelt werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Wärme, Temperatur T , Einheiten: Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Kelvin (K) und Grad Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Flüssigkeitsthermometer, Temperaturskala, Erstarrungspunkt, Siedepunkt, Skalierung, absoluter Nullpunkt ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$), fest, flüssig, gasförmig, schmelzen, verdampfen, erstarren, kondensieren, sublimieren, resublimieren, Wärmeenergie, Temperaturunterschied, Energietransport, Wärmeleitung, Wärmemitführung, Konvektion, Wärmestrahlung
Verbindlich einzuführende Formeln	Einheiten umrechnen: - $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$ - $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ - $T(^{\circ}\text{C}) = (T(^{\circ}\text{F}) - 32) / 1,8$ - $T(^{\circ}\text{F}) = T(^{\circ}\text{C}) \cdot 1,8 + 32$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Qualitativer Energiebegriff: Wärmeenergie und Wärmetransport - Elektromagnetismus: Bau eines Feuermelders oder Bau einer Sicherung
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Biologie: Tiere im Winter und im Sommer - Geografie: Klima und Leben angepasst an die Temperaturen (Wüste, Arktis / Antarktis) - Kunst und Deutsch: Anders Celsius und die Entwicklung der Thermometer als Theaterstück darstellen - Kunst: Bau eines Energiesparhauses - Mathematik: Graphen ablesen und zeichnen, Skalen ablesen und erstellen
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Anders Celsius und die Entwicklung der Thermometer als Theaterstück darstellen - Bau eines Bimetall-Thermometers - Kleidung - Energiesparhäuser

Klassenstufe: 8**Thema: 8.4 Energie – Qualitativer Energiebegriff**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Energieformen	- Bewegungsenergie - Lageenergie - Spannenergie (z. B. bei einer Feder) - elektrische Energie - chemische Energie (steckt z. B. in Batterien) - Wärmeenergie (Wärme ist eine Energieform.) - Strahlungsenergie	- Es gibt ganz unterschiedliche Formen der Energie. - Ein Körper enthält Energie, wenn es mit ihm möglich ist, einen anderen Körper zu erwärmen, in Bewegung zu versetzen oder zu verformen. - Körper können Bewegungs- und Lageenergie besitzen.	- Energieformen unterscheiden und benennen können - Alltagsbeispiele darin auftretende Energieformen zuordnen können	- Bewertung der besonderen Rolle der Sonne als Energiequelle	- Betreiben eines Spielzeugautos mit einer Batterie, durch Spannenergie (nach Abschuss durch Katalpult mit gespannter Feder) und auf der schiefen Ebene - Erzeugen von Wärme durch Reibung	
Energieumwandlungen	- Energieumwandlung	- Energieformen können ineinander umgeformt werden. - Es gibt ganze Umwandlungsketten - Vorgänge analysieren, in denen Energie umgewandelt wird	- Vorgänge beschreiben, in denen Energie umgewandelt wird		- Energieumwandlungen beim Pendelversuch, beim freien Fall (Knetgummiball) und bei einer elastischen Feder untersuchen	
Energieerhaltung	- Beispiele, bei denen bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann					
Aggregatzustände	- Zufuhr oder Entzug von Energie beim Wechsel der Aggregatzustände	- Beim Wechsel von Aggregatzuständen wird Energie zugeführt oder entzogen.			- Wasser zum Sieden bringen	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 8.4 Energie – Qualitativer Energiebegriff

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin das Schreiben eines Versuchsprotokolls geübt werden (siehe auch schulinternes Methodencurriculum).
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Energie E , Einheit: Joule (J), Bewegungsenergie (kinetische Energie), Lageenergie (potentielle Energie), Spannenergie, elektrische Energie, chemische Energie, Wärmeenergie (thermische Energie), Strahlungsenergie, Energieumwandlung, Energieerhaltung
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	Das Thema <i>Energie</i> bietet sich in vielfältiger Weise zum themenübergreifenden Arbeiten an. Beispielsweise können die Energieformen in den jeweils zugehörigen Sachgebieten thematisiert werden. Auch können hier in geeigneter Weise Energieumwandlungen und ggf. die Energieerhaltung besprochen werden, z. B. - Einfache elektrische Stromkreise: Elektrische Energie und ihre Umwandlung in Wärmeenergie - Wärme: Wärmeenergie und Wärmetransport - Geschwindigkeit und statische Kräfte: Bewegungsenergie, Lageenergie und Spannenergie sowie ihre gegenseitige Umwandlung
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Bau eines Raketenbootes - Bau eines Fahrzeugs mit Gummibandmotor

Klassenstufe: 9 Thema: 9.1 Atom- und Kernphysik – Elementarteilchen

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Elementarteilchen	- Proton, Neutron, Elektron - Kernladungszahl, Massenzahl und Isotope - Aufbau eines Atomkerns - Kernkräfte	- Vergleich der Eigenschaften von Elementarteilchen → Es gibt verschiedene Elementarteilchen mit unterschiedlichen Eigenschaften.	- Den Aufbau von Atomkernen erläutern - Begriffliche Unterscheidung zwischen <i>Elementen</i> und <i>Isotopen</i>			

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 9.1 Atom- und Kernphysik – Elementarteilchen

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- 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 Überblick in das Standardmodell anhand der stabilen Elementarteilchen soll im Unterricht gegeben werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Elemente, Atom, Atomkern, Elementarteilchen, Proton p , Neutron n , Elektron e , Elementsymbol X , Massenzahl A , Ordnungszahl (bzw. Kernladungszahl) Z , atomare Masseneinheit u , Masse eines Protons m_p , Masse eines Neutrons m_n , Gesamtmasse des Kerns m_k , Isotope, Kernkräfte
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Chemie: Aufbau der Atome und Periodensystem der Elemente
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 9 Thema: 9.2 Elektrizitätslehre – Stromstärke und Spannung

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> ----- ---				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Elektrostatik	- Eigenschaften elektrischer Ladungen (positiv und negativ) - Anziehung und Abstoßung von elektrischen Ladungen - Aufbau und Funktionsweise des Elektroskops - Elektrische Influenz - <i>optional: Gewitter</i>	- Elektrische Ladungen verhalten sich wie die Pole von Magneten. - Man kann elektrische Ladungen mit Hilfe eines Elektroskops messen.	- Elektrostatische Phänomene werden mit Hilfe von Elektronen beschrieben und erklärt. (Es werden die Begriffe <i>Elektronenmangel</i> und <i>Elektronenüberschuss</i> verwendet.)		- Experimente mit elektrisch aufgeladenen Objekten zur Anziehung und Abstoßung - Ladung und Entladung eines Elektroskops	
Elektrische Stromstärke und Spannung	- Definition der Größen: elektrische Stromstärke und elektrische Spannung - Spannung als Antrieb des elektrischen Stroms	- Strom und Spannung unterscheiden sich voneinander. - Elektrische Ströme benötigen einen Antrieb. → Modell: Elektrischer Strom als Fluss von Elektronen und Spannung als Antrieb dessen (Analogie zum Wasserkreislauf oder zum Straßenverkehr)	- Trennung der Begriffe <i>Strom</i> und <i>Spannung</i> durch saubere Definitionen - Den elektrischen Strom als Transport von Elektronen erklären	- Die gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung des elektrischen Stroms bewerten - Die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom beurteilen	- Wassermodell nutzen	
Elektrischer Widerstand sowie Strom und Spannung in Reihen- und Parallelschaltungen von Widerständen	- Definition der Größe: elektrischer Widerstand (Drähte als Widerstände; Ohm'scher Widerstand als Quotient aus Spannung und Stromstärke) - Reihen- und Parallelschaltungen von elektrischen Widerständen (Mindestanforderung: Reihenschaltung beliebiger Widerstände, Parallelschaltung gleicher Widerstände; keine komplexen Rechnungen) - Kirchhoffsche Regeln: Knoten- und Maschenregel - Ohm'sches Gesetz	- Elektrische Ströme werden durch Widerstände gehemmt - Drähte bilden Widerstände - Elektrische Widerstände lassen sich in Reihen- und Parallelschaltungen zusammenschließen. - Bei der Reihenschaltung bleibt die Stromstärke durch alle Widerstände gleich; bei der Parallelschaltung teilt sich der Strom auf. Mit der Spannung verhält es sich umgekehrt. - Spannungen und Stromstärken in elektrischen Stromkreisen messen und berechnen	- Das Verhalten von Schaltungen mit Hilfe von <i>Stromstärke</i>, <i>Spannung</i> und <i>Widerstand</i> beschreiben - Das Wassermodell zur Erklärung heranziehen können - Die Knoten- und Maschenregel (ggf. mit Hilfe von geeigneten Analogien oder Modellen) erläutern		- Messung von Stromstärken und Spannungen in Reihen- und Parallelschaltungen (Schülerexperimente oder Schülerarbeit mit <i>Crocodile Physics</i> und mit <i>CASSY</i>) - Auswertungen von Messwerten mit einem Tabellenkalkulationsprogramm	
Elektrische Energie und Leistung	- Elektrische Energie und ihre Umwandlungen - Energietransport - Energie als Erhaltungsgröße - Wirkungsgrad - Energieentwertung (z. B. elektrische Energie in thermische Energie) - Elektrische Leistung	- Im Sachzusammenhang die Umwandlung elektrischer Energie in andere Energieformen analysieren - Elektrische Energie kann transportiert werden. - Berücksichtigung des Energieerhaltungssatzes in Analysen und Rechnungen - Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen berechnen	- Begriffliche Unterscheidung zwischen <i>Energie</i> und <i>Leistung</i> - Möglichkeiten des Transportes von elektrischer Energie beschreiben	- Bewusstsein für eine sinnvolle und sparsame Energienutzung fördern	- Arbeiten mit einer Energieabrechnung	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 9.2 Elektrizitätslehre – Stromstärke und Spannung

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es soll weiterhin die Auswertung von Messergebnissen (z. B. Diagramme erstellen und interpretieren) intensiv eingeübt werden. - Elektrische Pole sind hier von magnetischen Polen abzugrenzen. - Bei der Erläuterung der Knoten- und Maschenregel können Analogien und Modelle hilfreich sein. - Es sollen keine komplexen Widerstandsnetzwerke berechnet werden. - Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei keine Erklärung der Vorgänge im Inneren der Dioden stattfinden soll. - Optional oder als Differenzierung können noch der <i>glühelektrische Effekt</i> und die <i>Braunsche Röhre</i> qualitativ untersucht werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	elektrische Ladung Q , Einheit: Coulomb (C), Elektron, Proton, Elektroskop, elektrische Influenz, Strom, elektrische Stromstärke I , Einheit: Ampere (A), Strommessgerät, elektrische Spannung U , Einheit: Volt (V), Spannungsmessgerät, elektrischer Widerstand R , Ohmscher Widerstand R , Einheit: Ohm (Ω), Knotenregel, Maschenregel, Ohm'sches Gesetz, elektrische Energie E_{el} , Energietransport, elektrische Leistung P_{el}
Verbindlich einzuführende Formeln	- Ohm'scher Widerstand: $R = \frac{U}{I}$ - Ohm'sches Gesetz: $U = R \cdot I$ (für $R = \text{konst.}$) <i><u>Hinweis:</u> Die Kirchhoff'schen Regeln, d. h. die Knoten- und die Maschenregel sollen in Textform festgehalten und exemplarisch angewendet werden.</i> - elektrische Leistung: $P_{el} = U \cdot I$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Erarbeitung einer sparsamen Energienutzung im Alltag

Klassenstufe: 9**Thema: 9.3 Magnetismus – Elektromagnetismus**

Inhalt	-----Kompetenzbereiche-----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Magnetfelder durch Stromfluss und Elektromagnete	- Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters - Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule - Aufbau eines Elektromagneten - Eigenschaften von Elektromagneten	- Elektrischer Strom besitzt eine magnetische Wirkung. - Einen aufgewickelten geraden Leiter als Spule identifizieren und umgekehrt - Elektromagnete lassen sich ausschalten. - Die Wirkung von Elektromagneten lässt sich durch die Verwendung eines Eisenkerns oder der Veränderung der Windungszahl oder der elektrischen Spannung verstärken.	- Kreuz- und Punktsymbolik für Ströme senkrecht zur Heft- bzw. Tafelebene nutzen	- Historische und wirtschaftliche Aspekte des Elektromagnetismus bewerten	- Versuch von Oersted - Bau eines Elektromagneten (mit Draht umwickelter Eisennagel) - Experimente mit Elektromagneten zur Anziehung und Abstoßung - Experimente zu Feldlinienbildern bei Elektromagneten - Experimente zur Veränderung der Magnetkraft	
Gegenüberstellung von Magnetismus und Elektromagnetismus	- Vor- und Nachteile von Permanent- und Elektromagneten	- Permanent- und Elektromagnete funktionieren ähnlich, haben aber je nach Verwendungszweck verschiedene Vor- und Nachteile.		- Vorteile von Elektromagneten im Alltag bewerten		
Induktion	- Induktionsgesetz (ohne mathematische Beschreibung) - Anwendungen: Dynamo und Generator	- Elektrische Spannung und elektrischer Strom können mit Hilfe von Magneten erzeugt werden.	- Phänomene mit Hilfe der Induktion beschreiben und erklären - Energieumwandlungen mit Hilfe des Elektromagnetismus erläutern - Die Funktion von Dynamo und Generator mit Hilfe des Elektromagnetismus erklären	- Den Nutzen von Dynamo und Generator für die Menschheit bewerten	- Grundversuche zur Induktion mit Permanent- und Elektromagneten (z. B. Magnete bewegen oder drehen oder deren Stärke ändern)	
Technische Anwendungen	- Prinzip einer elektrischen Klingel - Prinzip eines Lautsprechers - Prinzip eines Mikrofons - Prinzip eines Elektromotors	- Durch Elektromagnete lassen sich technische Anwendungen wie z. B. die elektrische Klingel, der Lautsprecher oder das Mikrofon realisieren	- Die Funktion der elektrischen Klingel, des Lautsprechers, des Mikrofons und des Elektromotors mit Hilfe des Elektromagnetismus erklären		- Untersuchung der Funktionsweise einer einfachen elektrischen Klingel, eines Lautsprechers und eines Mikrofons - Bau eines Elektromotors (z. B. Bausatz von <i>Leopold Eschke</i>)	
Transformator	- Anwendung und Funktionsweise des Transformators - Transformatorgesetze - Hochspannungsleitung - Elektrische Leistung - Verlustleistung - Wirkungsgrad	- Energie und Leistung berechnen - Spannungsabhängiger Verlust bei langer Zuleitung, unterschiedliche Helligkeiten bei Lampen gleicher Nennleistung	- Die Funktion von Transformatoren mit Hilfe des Elektromagnetismus erklären - Möglichkeiten des Transportes von elektrischer Energie beschreiben - Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt beschreiben	- Den Nutzen von Transformatoren für die Menschheit bewerten	- Bau einer Überlandleitung mit Konstantandraht	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 9.3 Magnetismus – Elektromagnetismus

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Eine mathematische Beschreibung des Induktionsgesetzes ist hier nicht gefordert. - Auf die Behandlung der <i>Drei-Finger-Regel</i> und der <i>Lorentzkraft</i> kann hier verzichtet werden. - Das Kennenlernen des Schrittmotors als Grundlage vieler technischer Anwendungen bietet sich an.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Pol, Nordpol, Südpol, Anziehung, Abstoßung, magnetisierbar, Magnetfeld, Magnetfeldlinie, Feldlinienbild, Elektromagnet, elektrischer Leiter, Spule, Windungszahl, Eisenkern, Magnetkraft, Elektromotor, Stator, Rotor + Kreuz- und Punktsymbolik für Ströme senkrecht zur Heft- bzw. Tafelebene, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz, Dynamo, Generator, Transformator, Primärspule, Sekundärspule, Transformatorgesetze, Primärspannung U_1 , Sekundärspannung U_2 , Windungsanzahl, Primärstromstärke I_1 , Sekundärstromstärke I_2 , Gleichspannung, Wechselspannung, Gleichstrom, Wechselstrom, Hochspannung, Verlustleistung
Verbindlich einzuführende Formeln	Transformatorgesetze: - Spannungsverhältnis am unbelasteten (idealen) Transformator: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ - Spannungsverhältnis am stark belasteten Transformator: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$ (N_1: Windungsanzahl der Primärspule, N_2: Windungsanzahl der Sekundärspule)
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Einfache elektrische Stromkreise: Bau einer Sicherung - Temperatur und Wärme: Bau eines Feuermelders
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Erarbeitung der Funktionsweise einer Klingel mit Selbstunterbrecher oder eines Gongs - Erarbeitung eines einfachen Sicherungsautomaten - Besuch eines Elektrizitätswerkes

Klassenstufe: 9**Thema: 9.4 Energie – Herausforderungen der Energieversorgung**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Energieversorgung → <i>Kontextorientierung</i> : Von den Kraftwerken zu den Haushalten: Das Stromnetz in Deutschland	- Arten der Energieversorgung - Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie - Wirkungsgrad	- Es gibt verschiedene Arten der Energieversorgung. (Vergleich dieser) - Berücksichtigung des Wirkungsgrades bei Energieumwandlungen	- Die Prozesse bei der Umwandlung von solarer Energie in technischen Anlagen beschreiben - Beschreiben Möglichkeiten des Energietransportes	- Unterschiedliche Arten der Energieversorgung bewerten	- Evtl. als Referatsthemen nutzen	
Probleme bei der Energieversorgung → <i>Kontextorientierung</i> : Gegenwärtige Situation der Energieversorgung in Deutschland	- Treibhauseffekt - Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie	- Die Probleme beim Transport und der Speicherung von Energie analysieren	- Die Mechanismen, die zum Treibhauseffekt führen, beschreiben	- Die gegenwärtige Situation der Energieversorgung in Deutschland bewerten	- Evtl. als Referatsthemen nutzen	
Ansätze zur Problemlösung → <i>Kontextorientierung</i> : Zukunftsvision für die Energieversorgung in Deutschland	- verantwortungsvoller Umgang mit Energie - Nutzung regenerativer Energien	- Entwicklung von Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie				

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 9.4 Energie – Herausforderungen der Energieversorgung

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Eine Erweiterung des Kontextes der Energieversorgung in Deutschland über die Grenzen Deutschlands hinaus (z. B. europaweit) ist möglich.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Energie, Energieversorgung, kinetische Energie, potentielle Energie, Spannenergie, elektrische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie, Energieumwandlung, Energieverluste, Wirkungsgrad, Energietransport, Energiespeicherung, Treibhauseffekt, regenerative Energie
Verbindlich einzuführende Formeln	---
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Kernenergie: Kraftwerke und Fusionsreaktoren
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Geografie: Klima, Treibhauseffekt und regenerative Energien
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Bau eines Sonnenkollektors (Treibhauseffekt) - Bau eines Energiesparhauses (Treibhauseffekt) - Besuch einer Firma, die Sonnenkollektoren baut / installiert

Klassenstufe: 10

Thema: 10.1 Optik – Lichtbrechung, optische Abbildungen und Farben

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Brechung und Reflexion des Lichts an Grenzflächen	- Abhängigkeit des Brechungswinkels vom Einfallswinkel und vom Material - Totalreflexion	- Brechungsphänomene in der Natur analysieren - Licht wird an Grenzflächen gebrochen; ein Teil des Lichts aber auch reflektiert. - Konstruktion des Verlaufs von Lichtstrahlen an Grenzflächen mit Hilfe von Tabellen oder Diagrammen - Brechungskurven messen, auswerten und interpretieren	- Brechungsphänomene in der Natur erklären - Das Verhalten von Lichtstrahlen an Grenzflächen beschreiben	- Auswirkung der Lichtbrechung und -reflexion auf die moderne Kommunikationstechnik bewerten	- Schülerexperimente zur Lichtbrechung (Phänomen) - Demonstration der Lichtbrechung an der optischen Wand - Konstruktion des Verlaufs von Lichtstrahlen an Grenzflächen mit Hilfe von Tabellen oder Diagrammen	
Optische Abbildungen und Bildentstehung durch Sammellinsen	- Sammelnde und zerstreue Eigenschaften von Linsen - Brennweite von Sammellinsen - Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild - Abbildungsgesetz (ohne umfangreiche Rechnungen)	- Verschiedene Linsentypen untersuchen und deren optischen Eigenschaften bestimmen - Den Einfluss der Brennweite auf das Bild analysieren - Die Bildgröße hängt vom Verhältnis b/g ab. (Hypothese aufstellen und / oder experimentell bestätigen) - Konstruktion optischer Abbildungen mit Hilfe ausgezeichneter Lichtstrahlen	- Fachbegriffe <i>Bildweite</i> und <i>Gegenstandsweite</i> bzw. <i>Bildgröße</i> und <i>Gegenstandsgröße</i> sowie <i>Brennpunkt</i> und <i>Brennweite</i> verwenden		- Schülerexperimente mit Kerzen und Linsen - Konstruktion optischer Abbildungen mit Hilfe ausgezeichneter Lichtstrahlen - Simulationen zum Abbildungsgesetz	
Beziehungen zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung	- Linsengleichung (ohne umfangreiche Rechnungen)	- Die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung untersuchen (Formel nachvollziehen und ggf. experimentell bestätigen)	- Die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung erklären		- Schülerexperimente mit Kerze und Linse - Konstruktion von Linsenabbildungen - Simulationen zur Linsengleichung	
Das menschliche Auge	- Aufbau des menschlichen Auges und Bildentstehung im menschlichen Auge - Sehfehler und Brillen	- Das Bild wird im Auge auf dem Kopf stehend wahrgenommen und erst im Gehirn gedreht.	- Die Bildentstehung im menschlichen Auge beschreiben und erklären können	- Linsen variabler Brennweite als unerreichtes Vorbild der Natur bewerten	- Einsatz des Augenmodells aus der Biologie - Evtl. als Referatsthema nutzen	
Optische Geräte	- Lupe (virtuelles Bild) - Mikroskop oder Fernglas	- Es werden das reelle und das virtuelle Bild unterschieden.	- Die Nutzung und die Funktionsweise optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung beschreiben und erklären	- Den Nutzen optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung bewerten	- Mehrstufige Bildkonstruktionen - Evtl. als Referatsthemen nutzen	
Farben	- Spektrale Zerlegung des Lichts - Grundfarben, Mischung von Farben (Farbaddition) - Absorption bestimmter Farben (Farbsubtraktion)	- Alle Spektralfarben sind in weißem Licht enthalten. - Die Entstehung eines Regenbogens als Spektralzerlegung des Sonnenlichts interpretieren - Die Mischung von Grundfarben entspricht der Farbaddition. - Die Absorption bestimmter Farben entspricht der Farbsubtraktion.	- Das Zustandekommen unterschiedlicher Farben durch die Addition von Grundfarben erläutern - Die Farbigkeit von Gegenständen mit der Absorption bestimmter Farben erläutern		- Zerlegen von weißem Licht mit Hilfe eines Prismas oder einer Wasserwanne auf dem OHP	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 10.1 Optik – Lichtbrechung, optische Abbildungen und Farben

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Auf die Formel des Brechungsgesetzes soll hier verzichtet werden. Zur Konstruktion der Lichtstrahlen sollen Daten zur Abhängigkeit des Brechungswinkels vom Einfallswinkel verwendet werden. - Es sollen auch Phänomene betrachtet werden, bei denen Brechung und (Mehrfach-)Reflexion gemeinsam auftreten. - Bei der Zerlegung des Lichts soll auf die Grenzen des sichtbaren Lichts (ultraviolett, infrarot) kurz eingegangen werden. - Es ist sinnvoll die Farbaddition am Beispiel von Displays und die Farbsubtraktion am Beispiel von Kleidungsstücken zu behandeln. - Zur Vertiefung oder Differenzierung können weitere Eigenschaften wie Sättigung, Helligkeit und Farbton thematisiert werden. - Optional bzw. als Differenzierung können noch <i>optische Täuschungen</i> unterrichtet werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Lichtbrechung, Hebung, einfallender Strahl, gebrochener Strahl, Einfallswinkel, Brechungswinkel, Lot, Totalreflexion, Sammellinse (konvexe Linse), Zerstreuungslinse (konkave Linse), Brennweite f , Brennpunkt F , reelles Bild, virtuelles Bild, Abbildungsgesetz, Abbildungsmaßstab A , Bildgröße B , Gegenstandsgröße G , Bildweite b , Gegenstandsweite g , Linsengleichung, Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit, Dioptrie, Prisma, Spektralfarben, additive Farbmischung, Farbaddition, subtraktive Farbmischung, Farbsubtraktion
Verbindlich einzuführende Formeln	- Abbildungsgesetz: $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ - Abbildungsmaßstab: $A = \frac{B}{G}$ und $A = \frac{b}{g}$ - Linsengleichung: $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Reflexion an ebenen Flächen: Reflexionsgesetz
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Biologie: Menschliches Auge und Mikroskop - Kunst: Farbmischungen - Mathematik: Bruchrechnung
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Besuch beim Optiker - Besuch eines Planetariums - Erarbeitung der Entstehung eines Regenbogens

Klassenstufe: 10**Thema: 10.2 Atom- und Kernphysik – Radioaktiver Zerfall und Kernenergie**

Inhalt	-----Kompetenzbereiche-----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Radioaktiver Zerfall	- α, β, γ-Zerfall - Aktivität - Halbwertszeit - Zerfallsgesetz - Zerfallsreihen und Nuklidkarte - Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung - Nullrate - Abschirmung von radioaktiver Strahlung	- Möglichkeiten der Abschirmung radioaktiver Strahlung nennen können - Zerfallsreihen radioaktiver Kerne (mit Hilfe der Nuklidkarte) analysieren - (Modell-)Versuche zum radioaktiven Zerfall durchführen - Mit Hilfe des Zerfallsgesetzes Anteile von zerfallenen Kernen berechnen	- Verfahren zum Nachweis radioaktiver Strahlung beschreiben	- Die Lagerung radioaktiver Abfälle hinsichtlich Abschirmung und Dauer bewerten	- Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung mit dem Geiger-Müller-Zählrohr (u. a. Nullrate, verschiedene Strahler, verschiedene Abschirmungen) - Darstellung von Zerfallsprozessen und Halbwertszeiten mit Hilfe von Modellen (z. B. Würfel oder Bierschaumversuch)	
Kernspaltung	- Kernspaltung und geregelte Kettenreaktionen bei Kernkraftwerken - Kernspaltung und unregelte Kettenreaktionen bei Kernwaffen - Energiebilanzen bei Kernreaktionen (Energieumwandlung, Massendefekt und Bindungsenergie)	- Kernspaltungen analysieren - Energiebilanzen zur Beschreibung von Kernspaltungen verwenden - Kernkraftwerke mit konventionellen Kraftwerken vergleichen (Aufbau, Sicherheitsmaßnahmen, Risiken) - Kernenergie wird auch für Waffen verwendet.	- Kernspaltungen beschreiben		- Video zur Darstellung einer Kettenreaktion (Tischtennisball in einem Raum mit Mausefallen)	
Kernfusion	- Kernfusion in Fusionsreaktoren und Sonne - Energiebilanzen bei Kernreaktionen (Energieumwandlung, Massendefekt und Bindungsenergie)	- Kernfusionen analysieren - Energiebilanzen zur Beschreibung von Kernfusionen verwenden	- Kernfusionen beschreiben	- Die Sonne als „Fusionsreaktor“ als unerreichtes Vorbild der Natur bewerten		
Radioaktivität in Umwelt und Medizin	- Folgen radioaktiver Strahlung (z. B. biologische Strahlenwirkung) - Anwendungen in Medizin und Umwelt	- Folgen radioaktiver Strahlung nennen können - Anwendungen in Medizin und Umwelt nennen können		- Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie bewerten		

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 10.2 Atom- und Kernphysik – Radioaktiver Zerfall und Kernenergie

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Es findet eine Konzentration auf die Untersuchung von Atomkernen statt. - Die technische Umsetzung im Kernkraftwerk bzw. Fusionsreaktor ist nur soweit zu behandeln, dass ein Vergleich mit konventionellen Kraftwerken möglich wird.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Elemente, Atom, Atomkern, Elementarteilchen, Proton p, Neutron n, Elektron e, Elementsymbol X, Massenzahl A, Ordnungszahl (bzw. Kernladungszahl) Z, atomare Masseneinheit u, Masse eines Protons m_p, Masse eines Neutrons m_n, Gesamtmasse des Kerns m_k, Isotope, Kernkräfte, Radioaktivität, radioaktive Strahlung, radioaktiver Zerfall, Geiger-Müller-Zählrohr, α-Zerfall, β-Zerfall, γ-Zerfall, Nullrate, Aktivität A, Einheit: Becquerel (Bq), Zerfallsreihe, Nuklidkarte, Zerfallsgesetz, Absorptionsgesetz, Halbwertszeit $T_{1/2}$, Kernspaltung, Kernreaktionen, geregelte Kettenreaktion, unregelmäßige Kettenreaktion, Kernfusion, Kernenergie, Energiebilanz, Energieumwandlung, Massendefekt Δm, Kernbindungsenergie E_B, Kernwaffen, Kernkraftwerk, Reaktor, Spaltprodukte, biologische Strahlenwirkung, Röntgenstrahlung, Energiedosis D, Äquivalentdosis H, Qualitätsfaktor q
Verbindlich einzuführende Formeln	- Zerfallsgesetz: $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$ (N: Anzahl der Kerne zum Zeitpunkt t, N_0: Anzahl der Kerne zum Zeitpunkt $t = 0$) <i><u>Hinweis:</u> Die Exponentialfunktion ist den Schülerinnen und Schülern aus dem Mathematikunterricht bisher <u>nicht</u> bekannt.</i>
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Biologie: Biologische Strahlenwirkung und Einsatz von Strahlung in der Medizin (z. B. Röntgenstrahlung) - Chemie: Aufbau der Atome und Periodensystem der Elemente - Mathematik: Potenzfunktionen
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Radioaktivität und Kernenergie: Chance oder Risiko? (Kernkraftwerke, Kernwaffen, Radioaktivität in Medizin und Umwelt) - Besuch eines Kernkraftwerkes

Klassenstufe: 10

Thema: 10.3 Mechanik – Beschleunigte Bewegungen

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung		
Gleichförmige und beschleunigte Bewegungen	- gleichförmige Bewegungen - Beschleunigung - beschleunigte Bewegungen	- Gleichförmige Bewegungen sind Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit. - Geschwindigkeit ist eine entscheidende Größe zur Beschreibung von Bewegungen. - Man unterscheidet gleichförmige und beschleunigte Bewegungen. - Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen sind Bewegungen mit einer konstanten Beschleunigung.	- t-s-Diagramme erstellen und analysieren können - t-v-Diagramme erstellen und analysieren können - Beschleunigungsvorgänge aus dem Alltag beschreiben		- Durchführen von Zeit- und Wegmessungen zur Ermittlung von Geschwindigkeiten - Durchführen von Weg-Zeit-Messungen zur Bestimmung der Bewegungsart - Auswertungen von Messwerten mit einem Tabellenkalkulationsprogramm	
Trägheitsprinzip (Die weiteren Newton'schen Axiome sind optional.)	- Trägheitsprinzip		- Einfache Alltagssituationen mit Hilfe des Trägheitsprinzips beschreiben und erklären können			
Bremsen und Beschleunigen	- Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderungen - Bremsweg und Bremskraft - Kinetische Energie	- Die Ursache von Geschwindigkeitsänderungen ist das Wirken von Kräften. - Die Kraft ist proportional zur Geschwindigkeitsänderung pro Zeit. - Durch Knautschzonen, Gurte, Airbags oder Helme lassen sich Crashzeiten maximieren und wirkende Kräfte minimieren. - Schon eine Halbierung der Geschwindigkeit viertelt die kinetische Energie. - Kinetische Energien für gegebene Bewegungen berechnen	- Diskussion über Verkehrssicherheit	- Notwendigkeit eines Fahrradhelms bewerten - Sinn von Geschwindigkeitsbegrenzungen bewerten	- Fallversuche mit einer Melone bzw. einem Ei	
Reibung	- Reibung - Reibungskräfte - Wirkungsgrad - Energieentwertung (Kinetische Energie wird in Reibungs- und thermische Energie umgewandelt.)	- Reibung wirkt einer Bewegung entgegen. - Reibung führt zur Ruhe oder zu einer Endgeschwindigkeit. - Reibung ist im Modell proportional zur Geschwindigkeit.	- Die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften erklären können - Diskussion von Verkehrssituationen und Fallbewegungen verschiedener Körper (Einfluss von Masse und Form)	- Reibung kann erwünscht oder unerwünscht sein	- Durchführung von Fahrbahnversuchen und Fallexperimenten	
Energie, Arbeit und Leistung	- Potentielle Energie (im erdnahen Gravitationsfeld) - Energieumwandlung (potentielle in kinetische Energie und umgekehrt; z. B. Stabhochspringer) - Energie als Erhaltungsgröße - Mechanische Arbeit - Mechanische Leistung	- Im Sachzusammenhang die Umwandlung mechanischer Energie analysieren - Berücksichtigung des Energieerhaltungssatzes in Analysen und Rechnungen - Energie, Arbeit und Leistung bei mechanischen Vorgängen berechnen (z. B. Treppenlauf oder einen Gegenstand auf ein höheres Potential bringen)	- Begriffliche Unterscheidung zwischen <i>Arbeit</i>, <i>Energie</i> und <i>Leistung</i>	- Gültigkeitsbereich von $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ hinterfragen	- „Sportliche Experimente“ zum Thema Arbeit, Energie und Leistung (z. B. Treppenlauf, Liegestützen, Kniebeugen, Hantel heben usw.)	
optional: Schiefe Ebene, Hebel und Flaschenzug	- Schiefe Ebene - Hebel: Drehmoment und Hebelgesetz - Flaschenzug	- Goldene Regel der Mechanik im Alltag erkennen und nutzen - Die Kräfte teilen sich an der Rampe und am Flaschenzug auf. - Schwere Lasten lassen sich mit Hilfe einer schiefen Ebene oder eines Flaschenzuges mit geringerem Kraftaufwand auf ein höheres Potential bringen.	- Beim Flaschenzug zwischen Beobachtung (Die aufzuwendende Kraft beim Flaschenzug wird kleiner) und Deutung (Die Kraft verteilt sich auf n Seilabschnitte) differenzieren	- Nutzen von schiefer Ebene, Hebel und Flaschenzug für die Menschheit bewerten	- Grundexperimente zur schiefen Ebene, zum Hebel und zum Flaschenzug	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 10.3 Mechanik – Beschleunigte Bewegungen

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Eine quantitative Analyse beschleunigter Bewegungen erfolgt erst in Klassenstufe 11. Die Schwerpunkte hier sind eine qualitative Analyse und Interpretation von beschleunigten Bewegungen sowie die Kraft als Ursache solcher Bewegungen. - Es soll die Auswertung von Messergebnissen (z. B. Diagramme erstellen und interpretieren) intensiv eingeübt werden. - <u>Hinweis</u>: <i>Arbeit und Energie werden hier synonym verwendet.</i>
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	gleichförmige Bewegung, kinetische Energie (Bewegungsenergie) E_{kin}, Einheit: Joule (J), Beschleunigung a, (gleichmäßig) beschleunigte Bewegung, Bremsweg, Bremskraft, Trägheitsprinzip, Reibung, Reibungskraft F_R, Normalkraft F_N, Reibungszahl μ, Energieentwertung, Reibungsenergie, mechanische Arbeit W, Einheit: Joule (J), Hubarbeit W_{Hub}, potentielle Energie (Lageenergie) E_{pot}, (mechanische) Leistung P, Einheit: Watt (W), Potential V oder φ, Einheit: Volt (V), Energieerhaltung, <i>schiefe Ebene, einseitiger Hebel, zweiseitiger Hebel, Hebelgesetz, Drehmoment M, linksdrehendes Moment, rechtsdrehendes Moment, Flaschenzug, Goldene Regel der Mechanik</i> - Schwerpunktmäßig soll für die Energie die Bezeichnung E verwendet werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Bezeichnung W aber als Synonym kennen.
Verbindlich einzuführende Formeln	Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen: - Geschwindigkeit: $v = at$ - Strecke: $s = \frac{1}{2}at^2$ - kinetische Energie: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ - Reibungskraft: $F_R = \mu \cdot F_N$ - mechanische Arbeit: $W = F \cdot s$ - Hubarbeit: $W_{Hub} = F_G \cdot s$ - potentielle Energie (im erdnahen Gravitationsfeld): $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ (h: Höhe) - Leistung: $P = \frac{E}{t}$
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Mathematik: Termumformungen und Gleichungslehre - Sport: Gehen, Laufen, Radfahren, Schwimmen, ... (Bewegungsarten) - Sport: Arbeit, Energie und Leistung beim Sport
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Bremswege und Bremskräfte beim Fahrradfahren - Arbeit auf einer Großbaustelle / Besuch einer Großbaustelle (mit Kran, Rampen und Hebeln) - Spielplatz besuchen (Wippe, Rutsche)

Klassenstufe: 11

Thema: 11.1 Mechanik – Dynamik inklusive Kinematik und Kreisbewegungen

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen (quantitative Analyse)	- Grundgrößen bei gleichförmigen Bewegungen: Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit - Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen: Masse, Kraft, Beschleunigung - Gesetze der gleichförmigen und gleichmäßig beschleunigten Bewegung	- Bewegungen (auch) anhand von Bild- oder Videomaterial analysieren - Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen sind Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. - Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differential- und Integralrechnung bestimmen - Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen berechnen - Reale und idealisierte Bewegungen unterscheiden können - Reale Bewegungen mit Hilfe iterativer Verfahren voraussagen	- Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen beschreiben - Reale Bewegungen mittels Tabellen, Graphen und Funktionen sowie mit Hilfe einer Tabellenkalkulation modellieren - t-s-, t-v- und t-a-Diagramme zeichnen und interpretieren - Graphen hinsichtlich Steigung und Fläche zur Beschreibung und Beurteilung von Bewegungen analysieren		- Bewegungen auf der <i>Carrerabahn</i> untersuchen - Gleichförmige Bewegungen auf der Luftkissenfahrbahn untersuchen - Beschleunigte Bewegungen auf der Luftkissenfahrbahn bei variabler Masse und Beschleunigung - Zeiten, Strecken, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Massen und Kräfte experimentell bestimmen - Digitale Messwerterfassung (z. B. mittels Videoanalyse oder CASSY)	
Überlagerte Bewegungen	- freier Fall - waagerechter Wurf - optional: <i>senkrechter Wurf und schräger Wurf</i>	- Komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurückführen können - Waagerechten Wurf quantitativ analysieren - Vorhandenes Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und -zerlegung nutzen - Reale und idealisierte Bewegungen unterscheiden können - Reale Bewegungen mit Hilfe iterativer Verfahren voraussagen			- Versuche zum freien Fall und waagerechten Wurf - Digitale Messwerterfassung (z. B. mittels Videoanalyse oder CASSY) - Betrachtung der einzelnen Phasen eines Fallschirmsprungs als Anwendung iterativer Verfahren (z. B. eines Modellbildungssystems oder einer Tabellenkalkulation)	
Trägheitsprinzip (Die weiteren Newton'schen Axiome sind optional.)	- Trägheitsprinzip - Reibungskraft		- Alltagssituationen mit dem Trägheitsprinzip beschreiben und erklären können		- Grundversuche zum Trägheitsprinzip	
Energieerhaltung	- Energieformen: kinetische, potentielle und Spannenergie - Energie als Erhaltungsgröße	- Mechanische Energien berechnen - Den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen anwenden		- Die Relevanz der Energieerhaltung im Alltag bewerten (z. B. Perpetuum mobile)	- Experimente zur Energieerhaltung	
Impuls und Impulserhaltung	- Impuls als Erhaltungsgröße - Elastische und inelastische Stöße - Impulsänderungsrate als Kraft	- Auch der Impuls ist eine Erhaltungsgröße - Den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen anwenden	- Kräfte als Ursache von Impulsänderungen beschreiben - Den Impulserhaltungssatz an Beispielen erläutern	- Unterscheidung zwischen elastischen und unelastischen Stößen	- Stoßversuche mit Münzen, Kugeln oder der Luftkissenfahrbahn - Massen und Geschwindigkeiten experimentell bestimmen	
Untersuchung von Kreisbewegungen	- Größen der Kreisbewegung: Radius, Frequenz, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Zentripetalkraft - Gesetze der gleichförmigen Kreisbewegung	- Die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung beschreiben - Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen berechnen	- Die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen erläutern		- Grundversuche zu Kreisbewegungen	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 11.1 Mechanik – Dynamik inklusive Kinematik und Kreisbewegungen

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Es wird empfohlen die Dynamik von Beginn an in den Mittelpunkt zu 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 Sekundarstufe II zunehmend an Relevanz gewinnen.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Ort x , Strecke s , Zeit t , Durchschnittsgeschwindigkeit oder mittlere Geschwindigkeit v , Momentangeschwindigkeit v , Masse m , Kraft F , Beschleunigung a , Reibungskraft F_R , beschleunigen, bremsen, verzögern, Zeit-Weg-Gesetz, Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz, Zeit-Beschleunigungs-Gesetz, Steigung, Steigungsdreieck, Differenzenquotient, Ableitung, Flächeninhalt, freier Fall, Fallbeschleunigung (bzw. Ortsfaktor) g , <i>senkrechter Wurf</i> , waagerechter Wurf, <i>schräger Wurf</i> , <i>Wurfparabel</i> , Superpositionsprinzip, Bezugssystem (Inertialsystem), Relativgeschwindigkeit v , Kräfteaddition, Kräftezerlegung, Newton'sche Axiome, Trägheitsprinzip, <i>Wechselwirkungsgesetz</i> , <i>actio, reactio</i> , kinetische Energie E_{kin} , potentielle Energie E_{pot} , Spannenergie E_s , Federkonstante D , Energie E , Erhaltungsgröße, Energieerhaltung, Energieumwandlung, Perpetuum mobile, Impuls p , Impulserhaltung, Impulsänderungsrate, elastischer Stoß, unelastischer Stoß, Kreisbewegung, Kreisbahn, Drehwinkel φ , Radius r , Frequenz f , Bahngeschwindigkeit v , Winkelgeschwindigkeit ω , Einheit: 1/Sekunde (s^{-1}), Masse m , Beschleunigung a , Winkelbeschleunigung α , Zentripetalkraft F_Z ,
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Schwingungen: Energieerhaltung und -umwandlung beim Faden- oder Federpendel - Homogenes elektrisches Feld: Gleichmäßige Beschleunigung von Ladungsträgern im elektrischen Feld - Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern: Ablenkung von Teilchen im homogenen Feld – Analogie von Bewegungen im Gravitations- und Kondensatorfeld (Wurfparabel)
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Geschichte: Newton in seiner Lebenswelt - Mathematik: Begriffe <i>Steigung</i>, <i>Ableitung</i> bei Bewegungsvorgängen, Umgang mit Gleichungen und Gleichungssystemen - Sport: Bewegungsanalyse und Bewegungslehre (Bewegungsphasen, Kinematik) beim Werfen, Springen, Hochsprung, Weitsprung, Ballwurf, Speerwurf usw.
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Videoanalyse eigener oder alltagsrelevanter Bewegungen (z. B. Beschleunigungen im Sport oder von Verkehrsmitteln) - Auswertung von Sensordaten eines Smartphones oder Tablets - Messung der Schallgeschwindigkeit in Luft und Feststoffen - Stöße und Impulserhaltung beim Billard, beim Bubble-Soccer oder bei Verkehrsunfällen - Impulserhaltung beim Rückstoß eines Luftgewehrs

Klassenstufe: 11**Thema: 11.2 Schwingungen und Wellen – Mechanische und elektromagnetische Schwingungen, Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen sowie Welleneigenschaften des Lichts**

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen	- Grundbegriffe von Schwingungen: Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer - Charakteristische Größen elektromagnetischer Schwingungen und ihre Zusammenhänge: Frequenz, Periodendauer - Faden- und Federpendel - optional: Zeigerdiagramme - Schwingungsgleichung	- Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel, Wechselstrom, elektromagnetischer Schwingkreis berechnen - optional: Zeigerdiagramme nutzen - Aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen ermitteln	- Schwingungen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen beschreiben - Schwingungen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch darstellen. - optional: Zeigerdiagramme erstellen - Schwingungen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch darstellen		- Erzeugung von Schwingungen - Grundversuche zum Faden- und Federpendel	
Vertiefung der mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen	- lineares Kraftgesetz - gedämpfte Schwingungen - Resonanz bei erzwungenen Schwingungen - mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten	- Mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten vergleichen	- Bedingungen für mechanische harmonische Schwingungen erläutern - Zeitliche Entwicklungen von Schwingungen unter Berücksichtigung von Dämpfung und Resonanz beschreiben		- Versuch zur Dämpfung mit dem Pohl'schen Pendel - Video zur Resonanzkatastrophe der Tacoma Bridge	
Eigenschaften von Wellen	- Charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Licht als Welle	- Licht hat Eigenschaften von Wellen.	- Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen beschreiben			
Ausbreitung von Wellen	- Erzeugung und Ausbreitung von Wellen - Huygens'sches Prinzip - Beugung - Brechung - Wellengleichung - Transversal- und Longitudinalwellen - Dopplereffekt (qualitativ) - Polarisation	- Das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts anwenden - Polarisationsphänomene experimentell untersuchen - Die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen nutzen	- Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch darstellen. - Die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips erklären - Die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mit Hilfe der Wellengleichung beschreiben - Unterschiede von Transversal- und Longitudinalwellen erklären		- Erzeugung von mechanischen Wellen (z. B. Wasserwellen, Seilwellen) - Versuche mit der Wellenwanne - Aufnahme einer Sinuskurve einer Welle mit dem Oszilloskop - Grundversuche zur Polarisation	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 11.2 Schwingungen und Wellen – Mechanische und elektromagnetische Schwingungen, Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen sowie Welleneigenschaften des Lichts

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Zur Darstellung von harmonischen Schwingungen ist die Nutzung von Zeigerdiagrammen optional möglich. - Zur Resonanz bietet sich die Betrachtung von Präventionsmaßnahmen in Gebäuden zur Verhinderung der Zerstörung bei Erdbeben an. - Mechanische und akustische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Die Fachlehrkraft entscheidet, ob dies vorgeschaltet oder integriert geschieht. - Die Interferenz von Wellen kann bereits anhand mechanischer Wellen qualitativ vorbereitet werden. - Beispiele aus der Akustik können beim Dopplereffekt eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Beispielsweise kann über die akustische Unschärferelation das Verständnis für die Heisenbergsche Unschärferelation vorbereitet werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Mechanische Schwingung, elektromagnetische Schwingung, harmonische Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung bzw. Elongation y, Amplitude y_{max} oder A, Frequenz f, Kreisfrequenz ω, Schwingungsdauer bzw. Periodendauer T, Kreisfrequenz ω, Fadenpendel, Federpendel, <i>Zeiger</i>, <i>Zeigerdiagramm</i>, Sinus, Sinuskurve, Kosinus, Oszillator, harmonischer Oszillator, Schwingungsgleichung, Phasenwinkel φ_0, lineares Kraftgesetz, Dämpfung, gedämpfte Schwingung, aperiodischer Grenzfall, erzwungene Schwingung, Resonanz, Eigenfrequenz f_E, Resonanzfrequenz f_R, Resonanzkatastrophe, mechanische Welle, akustische Welle, optische Welle, Ort x, Wellenlänge λ, Ausbreitungsgeschwindigkeit v, Oszilloskop, Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Beugung, Brechung, Wellengleichung, Transversalwelle, Longitudinalwelle, Dopplereffekt, Polarisierung, Polarisierungsebene, Kohärenz
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Mathematik: Trigonometrische Funktionen - Musik: Schwebung, akustische Unschärfe und Resonanz in der Musik
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- Schaukeln auf dem Spielplatz - Wellenphänomene am Strand bzw. im Hafen (Entstehung von Wasserwellen, Entstehung der Brandung usw.) - Dopplereffekt mit hupendem Auto vor der Schule vorführen: Videoaufnahme und Auswertung mit <i>Audacity</i>

Klassenstufe: 11**Thema: 11.3 Felder – Grundlegende Eigenschaften von Feldern**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungs- kompetenz	Kommunikations- kompetenz	Bewertungs- kompetenz		
Grundlegende Eigenschaften von Feldern (qualitativ)	- Grundlegende Eigenschaften von Feldern am Beispiel des elektrischen, des Magnet- und des Gravitationsfeldes	- Grundlegende Eigenschaften von Feldern an Beispielen qualitativ vergleichen	- Grundlegende Eigenschaften von Feldern an Beispielen qualitativ beschreiben			
Elektrostatik	- Elektrische Ladung - Geladene Körper - Elektrische Influenz - Kräfte zwischen Ladungen	- Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen interpretieren	- Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern beschreiben		- Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 11.3 Felder – Grundlegende Eigenschaften von Feldern

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Feld, elektrisches Feld, Magnetfeld, Gravitationsfeld, elektrische Ladung Q , Einheit: Coulomb (C), Elektron, Proton, Elementarladung e , elektrische Influenz
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 12

Thema: 12.1 Felder – (Homogenes) Elektrisches Feld, Ladungen im elektrischen Feld und Teilcheneigenschaften der Materie

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
(Homogenes) Elektrisches Feld	- Elektrische Feldstärke - Feldlinien und Äquipotentiallinien (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld) - Superposition und Abschirmung von elektrischen Feldern		- Den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke erläutern - Elektrische Felder mittels Feldlinien und Äquipotentiallinien skizzieren - Die Superposition von Feldern mittels Addition zweier feldbeschriebener Vektoren in der Ebene beschreiben (zeichnerisch und quantitativ)		- Elektrische Felder mittels Feldlinien und Äquipotentiallinien skizzieren - Versuch zu Äquipotentiallinien (Spannung an Löschpapier anlegen und Punkte gleicher Spannung messen)	
Analogie zwischen Gravitationsgesetz und Coulomb'schen Gesetz	- Gravitationsgesetz - Coulomb'sches Gesetz	- Das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz vergleichen - Das Gravitationsgesetz und das Coulomb'sche Gesetz anwenden				
Spannung in elektrischen Feldern	- Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator - Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern - Potential - Spannung als Potentialdifferenz		- Den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators beschreiben - Den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern erläutern - Den Zusammenhang von potentieller Energie einer Ladung und dem Potential im elektrischen Feld erläutern			
Eigenschaften des Plattenkondensators	- Kapazität (auch in Abhängigkeit von geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) - gespeicherte Ladungsmenge - gespeicherte Energie - Dielektrikum (Polarisation) - Auf- und Entladevorgang eines Kondensators	- Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators 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 der Berücksichtigung der Parameter Widerstand und Kapazität berechnen	- Die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als Energiespeicher und kapazitives Bauelement in Stromkreisen beschreiben - Das Verhalten eines Dielektrikums im elektrischen Feld beschreiben - Den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und Spannung bei Ladevorgängen beschreiben und begründen und den Einfluss der Parameter Widerstand und Kapazität erläutern		- Versuche am Plattenkondensator (u. a. Versuch mit Tischtennisball im Plattenkondensator)	
Ladungen in elektrischen Feldern	- Ladungen in homogenen elektrischen Feldern - potentielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld - Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen in elektrischen Feldern - Vergleich der Bewegungen im homogenen elektrischen Feld mit denen im Gravitationsfeld	- Die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern berechnen - Die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld analysieren und berechnen und mit Bewegungen im Gravitationsfeld vergleichen - Die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes berechnen	- Die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern beschreiben		- Braun'sche Röhre (nur elektrisches Feld)	
Teilcheneigenschaften der Materie	- Elementarladung - Millikanversuch	- Experiment zur Bestimmung der Ladung des Elektrons analysieren	- Experiment zur Bestimmung der Ladung des Elektrons erläutern		- Millikanversuch	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 12.1 Felder – (Homogenes) Elektrisches Feld, Ladungen im elektrischen Feld und Teilcheneigenschaften der Materie

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zur Gravitation vorgesehen. - Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen ist auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen. - Differenzialgleichungen können auf erhöhtem Niveau kurz behandelt werden. Es bietet sich dann an, geeignete digitale Werkzeuge (z. B. GeoGebra) zur Veranschaulichung und Lösung von Differenzialgleichungen zu verwenden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	homogenes Feld, inhomogenes Feld, elektrische Feldstärke E , elektrische Feldkonstante ϵ_0 , Feldlinien, Äquipotentiallinien, Newtonsches Gravitationsgesetz, Gravitationskonstante G , Gravitationsfeldstärke (bzw. Ortsfaktor) g , Coulombsches Gesetz, elektrische Spannung U , Einheit: Volt (V), elektrisches Potential φ , Kondensator, Plattenkondensator, Kapazität C , Einheit: Farad (F), Ladungsmenge, Energie E , elektrische Energiedichte ρ_{el} , Dielektrikum, Permittivität ϵ , relative Permittivität ϵ_r , dielektrische Polarisation, potentielle Energie E_{pot} , Beschleunigung a , Geschwindigkeit v , Energieerhaltung, Braun'sche Röhre, radialsymmetrisches Feld, Elementarladung e , Millikanversuch
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Dynamik inklusive Kinematik: Analogie zwischen Bewegungen im homogenen elektrischen Feld und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung sowie dem waagerechten Wurf
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 12**Thema: 12.2 Schwingungen und Wellen – Überlagerung von Wellen und Spektren**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Überlagerung von Wellen	- Interferenzphänomene (auch mit polychromatischem Licht) - Superposition - Interferenz am Doppelspalt und am Gitter - Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht - Interferometer - stehenden Wellen - Wellenlängen stehender Wellen	- Interferenzphänomene experimentell untersuchen - Die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen berechnen - Mit Hilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle bestimmen - Die Wellenlängen bei stehenden Wellen bestimmen	- Die Entstehung von Interferenzmustern mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips erklären und Bedingungen für das Auftreten von Interferenz nennen - Den Aufbau eines Interferometers beschreiben und die Funktionsweise erklären - Die Überlagerung von reflektierten Wellen beschreiben und das Entstehen von stehenden Wellen erklären		- Interferenzphänomene bei optischen Wellen untersuchen - Bestimmung der Wellenlänge eines Lasers - Reflexion von Wellen am festen und losen Ende (z. B. Seilwellen)	
Spektren	- Farben - Elektromagnetisches Spektrum - Diskrete und kontinuierliche Spektren - Emissions- und Absorptionsspektren	- Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien klassifizieren - Spektren nutzen, um Eigenschaften der ausstrahlenden Quelle zu bestimmen.	- Das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht erklären		- Verschiedenste Spektren experimentell erzeugen und analysieren	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 12.2 Schwingungen und Wellen – Überlagerung von Wellen und Spektren

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Bei den Interferenzphänomenen bieten sich Darstellungen mit Hilfe von Zeigerdiagrammen an. - Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenbergsche Unschärferelation vorbereitet werden.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Welle, Ort x, Auslenkung bzw. Elongation y, Amplitude y_{max} oder A, Frequenz f, Wellenlänge λ, Periodendauer T, Ausbreitungsgeschwindigkeit v, Huygens'sches Prinzip, Doppelspalt, Gitter, Einzelspalt, Interferenz, Interferenzmuster, maximale Verstärkung, maximale Abschwächung, Auslöschung, Maxima, Minima, Spaltbreite d, Gangunterschied d, Wellenwanne, Laser, monochromatisches Licht, polychromatisches Licht, Kohärenz, Superposition, Interferometer, reflektierte Welle, stehende Welle, Farbe, Spektrum, elektromagnetisches Spektrum, Höhenstrahlung, Gammastrahlung, Röntgenstrahlung, Ultraviolettstrahlung, sichtbares Spektrum, Infrarotstrahlung, Terahertzstrahlung, Mikrowellen, Wechselströme, Prismenspektrum, Gitterspektrum, kontinuierliches Spektrum, diskretes Spektrum, Linienspektrum, Emissionsspektrum, Absorptionsspektrum
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen: Überlagerung von Wellen beim Dopplereffekt
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Musik: Anwendung von stehenden Wellen bei Musikinstrumenten
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 12**Thema: 12.3 Quantenphysik und Materie – Grundlegende Aspekte der Quantentheorie, Teilcheneigenschaften des Lichts und Welleneigenschaften der Materie**

Inhalt	-----Kompetenzbereiche-----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungs- kompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Grundlegende Aspekte der Quantentheorie	- stochastische Vorhersagbarkeit - Interferenz und Superposition - Determiniertheit der Zufallsverteilung - Komplementarität von Weginformationen und Interferenzfähigkeit - quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität und Determinismus - stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) - Delayed-Choice-Experiment	- Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen treffen	- Grundlegende Aspekte der Quantentheorie benennen und erklären - 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 - Den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und der Wellenfunktion beschreiben - Die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments beschreiben		- Grundlegende Experimente zur Quantenphysik - Strahlteilerexperimente (mit Hilfe von Simulationen oder einfachen Experimenten)	
Welleneigenschaften der Materie und Teilcheneigenschaften des Lichts	- Doppelspaltexperimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen - Photoeffekt	- Experimente zu Welleneigenschaft von Elektronen auswerten - Die experimentellen Befunde zum Photoeffekt auswerten	- Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt beschreiben - Die experimentellen Befunde zum Photoeffekt erläutern - Das Verhalten des Lichts mit Hilfe von Teilcheneigenschaften beschreiben		- Experimente zu den Welleneigenschaft von Elektronen - Doppelspaltversuche und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen - Photoeffekt (inklusive Gegenfeldmethode)	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 12.3 Quantenphysik und Materie – Grundlegende Aspekte der Quantentheorie, Teilcheneigenschaften des Lichts und Welleneigenschaften der Materie

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Die beobachteten Phänomene in Experimenten zur Quantenphysik können durch grundlegende Wesenszüge beschrieben werden, welche Quantenobjekte von klassischen Objekten besonders augenfällig unterscheiden. Dies betrifft beispielsweise die Quantelung, das statistische Verhalten, die Fähigkeit zur Interferenz, die Eindeutigkeit von Messergebnissen und die Komplementarität.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Elektron, Photon, Quantenobjekt, Wahrscheinlichkeitsaussage, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus, quantenmechanische Wellenfunktion, Wahrscheinlichkeitsamplitude, Delayed-Choice-Experiment, Photoeffekt, lichtelektrischer Effekt, Quantisierung, Quanten, Austrittsarbeit W_A , Grenzfrequenz f_G , Planck'sches Wirkungsquantum h , Welle-Teilchen-Dualismus
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Überlagerung von Wellen: Doppelspaltversuch mit Licht (als Welle)
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- „Teilchenzoo“ - Einblick in die Quantentheorie

Klassenstufe: 12

Thema: 12.4 Felder – (Homogenes) Magnetfeld, Ladungen im Magnetfeld und Teilcheneigenschaften der Materie

Inhalt	-----Kompetenzbereiche-----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
(Homogenes) Magnetfeld	- Magnetische Flussdichte (Feldstärke) - magnetische Feldlinien - Superposition und Abschirmung von Magnetfeldern - Halleffekt - Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule	- Die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld berechnen - Die magnetische Flussdichte messen - Die magnetische Flussdichte um einen Leiter und in einer Spule berechnen - Die Energie des magnetischen Feldes einer Spule berechnen	- Die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld beschreiben - Magnetfelder eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule skizzieren - Den Halleffekt erläutern - Den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule beschreiben		- Erzeugung von Magnetfeldern mittels (Permanent- und) Elektromagneten - Magnetfelder mit Eisenspänen zeigen - Leiterschaukel - Messung der magnetischen Flussdichte mit der Hall-Sonde - Magnetfeld einer Spule mit Eisenspänen zeigen	
Ladungen in Magnetfeldern	- Bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft) - Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen in Magnetfeldern - Kreisbewegungen in Gravitationsfeldern - Kreisbewegungen von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern	- Die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld berechnen - Die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern analysieren und berechnen - Die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes berechnen - Kreisbewegungen im Magnetfeld und im Gravitationsfeld analysieren und berechnen	- Die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld beschreiben - Den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke) erläutern		- Braun'sche Röhre - Fadenstrahlrohr (mit Helmholtzspulen)	
Teilcheneigenschaften der Materie	- Masse des Elektrons - e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr	- Experiment zur Bestimmung der Masse des Elektrons analysieren	- Experiment zur Bestimmung der Masse des Elektrons erläutern		- e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr	
Anwendung elektrischer und magnetischer Felder	- Linear- und Kreisbeschleuniger - Massenspektrometer - Hallsonde		- Technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt bzw. abgelenkt werden, erläutern			

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 12.4 Felder – (Homogenes) Magnetfeld, Ladungen im Magnetfeld und Teilcheneigenschaften der Materie

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - In der Literatur wird der Begriff magnetische Feldstärke häufig synonym zum Begriff der magnetischen Flussdichte verwendet. Die Schülerinnen und Schüler sollen (insbesondere im Hinblick auf die schriftliche Abiturprüfung) darauf hingewiesen werden. - Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen ist auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	magnetische Flussdichte B , Einheit: Tesla (T), magnetische Feldkonstante μ_0 , magnetische Permeabilität μ , relative Permeabilität μ_r , Leiterschaukel, Halleffekt, Hall-Konstante R_H , Hall-Spannung U_H , elektrischer Leiter, Spule, Windungsanzahl N einer Spule, Lorentzkraft F_L , Masse eines Elektrons m_e , Fadenstrahlrohr, Helmholtzspule, Linearbeschleuniger, Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Ladungen im elektrischen Feld: Bewegungen von Ladungen in elektrischen Feldern
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 13**Thema: 13.1 Felder – Elektrodynamik**

Inhalt	----- <i>Kompetenzbereiche</i> -----				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungs- kompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Elektrodynamik	- Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des magnetischen Flusses (Differenzenquotient) - 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 Ohm'sche Widerstände - Schwingkreise	- Das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte anwenden - Das Induktionsgesetz in differenzieller Form anwenden - Die Induktivität einer Spule berechnen - Technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme) analysieren - Elektromagnetische Schwingkreise analysieren - Frequenzabhängige Widerstände berechnen - Mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten vergleichen	- Das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte erläutern - Den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung beschreiben - Das Induktionsgesetz in differenzieller Form erläutern - Das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis erläutern		- Grundversuche zur Induktion mit Permanent- und Elektromagneten (z. B. Magnete bewegen oder drehen oder deren Stärke ändern)	

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 13.1 Felder – Elektrodynamik

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Als Beispiel für technische Anwendungen der Induktion eignet sich beispielsweise die Analyse von passiven Frequenzweichen in Lautsprecherboxen. - Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen bieten sich am Ende des Abschnitts zur Elektrodynamik an.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Induktionsgesetz, magnetischer Fluss ϕ , Induktivität L , Einheit: Henry (H), magnetische Energiedichte q_{mag} , Selbstinduktion, Wechselspannung, Wirbelströme, elektromagnetische Schwingungen, kapazitiver Widerstand, induktiver Widerstand, Ohm'scher Widerstand, Schwingkreis
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	---
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	---

Klassenstufe: 13

Thema: 13.2 Quantenphysik und Materie – Eigenschaften von Quantenobjekten und Atomvorstellungen

Inhalt	Kompetenzbereiche				Mögliche Methoden / Zentrale Experimente	Zeit
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz		
Eigenschaften von Quantenobjekten	- Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge - de Broglie-Wellenlänge	- Impulse bzw. Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung berechnen	- Die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten beschreiben			
Vertiefung der Quantentheorie	- Röntgenbremsspektrum - Bragg-Reflexion - Ort-Impuls-Unbestimmtheit - Compton-Effekt - Konfidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen	- Röntgenspektren mit Hilfe der Bragg-Reflexion untersuchen	- Die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung erläutern - Die Konsequenzen für ein Quantenobjekt hinsichtlich der Bestimmung von komplementären Größen erläutern - Die Vorgänge beim Compton-Effekt erläutern - Nachweismöglichkeiten für einzelne Photonen oder Elektronen beschreiben		- Strahlungsspektrum der Röntgenröhre aufnehmen - Compton-Effekt	
Atomvorstellungen	- quantenmechanisches Atommodell (qualitativ) - Orbitale des Wasserstoffatoms - Emission und Absorption - Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema - Energieniveaus von Wasserstoff und wasserstoffähnlicher Atome - optional: Franck-Hertz-Versuch - Modell des eindimensionalen Potentialtopfes mit unendlich hohen Wänden - charakteristische Röntgenstrahlung	- Linienspektren mit Hilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome berechnen - Diskrete Energiewerte für den Potentialtopf berechnen	- Die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron erklären - Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen erklären - Aufenthaltswahrscheinlichkeiten eines Elektrons im Potentialtopf beschreiben - Die Konsequenzen der Unbestimmtheitsrelation für das Potentialtopfmodell erläutern - Die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung erklären		- Franck-Hertz-Versuch	
Anwendungen des quantenphysikalischen Atommodells	- Ausblick auf Mehrelektronensysteme - Quantenzahlen - Drehimpuls - Drehimpulserhaltung - Aufbau des Periodensystems - Pauli-Prinzip	- Der Drehimpuls ist (genau wie der Impuls) eine Erhaltungsgröße. - Den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips darstellen	- Drehbewegungen unter der Nutzung der Drehimpulserhaltung erklären			

Ergänzende Vereinbarungen und Hinweise zum Thema: 13.2 Quantenphysik und Materie – Eigenschaften von Quantenobjekten und Atomvorstellungen

Aspekte	Vereinbarungen
Inhalt	- Grau hinterlegte Felder sind nur im Fall von Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich, können aber auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Das 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 inhaltsbezogenen Kompetenzen in Bezug auf eine andere Form der Anregung vertieft werden. Ferner dient der Versuch bei einem forschenden Vorgehen auch zur Weiterentwicklung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung („Forscherkreislauf“). Deshalb ist der Versuch in besonderem Maße als Experiment im Unterricht geeignet. - Die Schrödingergleichung kann optional als mögliche Vertiefung oder auf grundlegendem Anforderungsniveau zur Differenzierung genutzt werden. - Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.
Wortschatz (Bezeichnungen, Begriffe, formale Notationen)	Photon, Elektron, Energie E , Masse m , Impuls p , Materiewelle, de Broglie-Wellenlänge λ_{dB} , Röntgenstrahlung, Bremsstrahlung, Peak, Röntgenbremsspektrum, Bragg-Reflexion, Unbestimmtheit, Ort-Impuls-Unbestimmtheit, Heisenberg'sche Unschärferelation, Planck'sches Wirkungsquantum h , Compton-Effekt, Compton-Wellenlänge λ_C , Orbital, Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Emission, Absorption, Linienspektrum, Energieniveau, Energieniveauschema, Spektrallinien, Rydberg-Frequenz für das Wasserstoffatom R_H , <i>Franck-Hertz-Versuch</i> , eindimensionaler Potentialtopf, charakteristische Röntgenstrahlung, Quantenzahlen, Drehbewegung, Drehimpuls L , Erhaltungsgröße, Drehimpulserhaltung, Trägheitsmoment J , Periodensystem, Pauli-Prinzip, Moseleysches Gesetz
Verbindlich einzuführende Formeln	- Die jeweilige Fachlehrkraft entscheidet individuell darüber, welche Formeln sie in ihrer Lerngruppe einführt. Dabei sind jedoch die Schreibweisen aus dem vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichten Formeldokument zu verwenden, um den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dieser Formelsammlung zu vereinfachen.
Möglichkeiten themenübergreifendes Arbeiten	- Spektren: Emissions- und Absorptionsspektren
Möglichkeiten fächerübergreifendes Arbeiten	- Chemie: Aufbau der Atome (Atommodelle), Eigenschaften des Wasserstoffatoms und Periodensystem der Elemente - Biologie: Röntgenstrahlung und ihre biologischen Auswirkungen
Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	- „Teilchenzoo“ - Geschichte der Atommodelle (Thomson, Rutherford, Bohr, quantenphysikalisches Atommodell) - Einblick in die Quantentheorie

3. Grundlegende und überfachliche Kompetenzen

Im Physikunterricht sollen bei den Schülerinnen und Schülern zusätzlich zum Erwerb der fachlichen Kompetenzen auch grundlegende Kompetenzen gefestigt sowie zusätzliche überfachliche Kompetenzen entwickelt und gefördert werden.

Grundlegende Kompetenzen

Die grundlegenden Kompetenzen sollten die Schülerinnen und Schüler idealerweise bereits in der Grundschule erworben und in Klassenstufe 5 und 6 gefestigt haben. Hierzu gehören sprachliche Kompetenzen (Sprechen und Zuhören, Lesen und Schreiben), inhaltsbezogene und prozessbezogene mathematische Kompetenzen, kognitive Kompetenzen (selektive Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, Lernstrategien und metakognitive Regulation sowie Vorwissen) und sozial-emotionale Kompetenzen (soziale Kompetenz, Bindung, emotionale Kompetenz, Selbstwahrnehmung, Entwicklung der Persönlichkeit).

Mit dem Beginn des Physikunterrichts in Klassenstufe 7 beteiligt sich auch das Fach Physik obligatorisch an der Festigung und Stärkung dieser grundlegenden Kompetenzen.

Überfachliche Kompetenzen

Zusätzlich sollen im Physikunterricht – ebenfalls in Zusammenarbeit mit den anderen Fächern – auch zusätzliche überfachliche Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern entwickelt und gefördert werden.

Diese „überfachliche[n] Kompetenzen sind sowohl Bildungsziele als auch Voraussetzungen für erfolgreiche Lernprozesse. Unter überfachlichen Kompetenzen werden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen gefasst, die zur Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und zur Aneignung fachlichen Wissens notwendig sind. Sie sind die Voraussetzung zur Bewältigung unterschiedlicher Herausforderungen und zu langfristig erfolgreichem Lernen. Sie werden als kognitive und handlungsbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie soziale und motivationale Haltungen und Einstellungen verstanden.“ (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Fachanforderungen Allgemeiner Teil. Allgemeinbildende Schulen. Primarstufe. Sekundarstufe I. Sekundarstufe II. (2024), S. 7 f.)

Konkret sollen die Schülerinnen und Schüler die in der folgenden Abbildung dargestellten überfachlichen Kompetenzen fächerübergreifend erwerben.

Selbstkompetenzen	Lernmethodische Kompetenzen
Personale Kompetenzen • Selbstwirksamkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler hat Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und glaubt an die Wirksamkeit des eigenen Handelns. • Selbstbehauptung: Die Schülerin bzw. der Schüler entwickelt eine eigene Meinung, trifft Entscheidungen und vertritt diese gegenüber anderen. • Selbstreflexion: Die Schülerin bzw. der Schüler schätzt eigene Fähigkeiten realistisch ein und nutzt eigene Potenziale.	• Lernstrategien: Die Schülerin bzw. der Schüler geht beim Lernen strukturiert und systematisch vor, plant und organisiert Arbeitsprozesse. • Problemlösefähigkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler kennt und nutzt unterschiedliche Wege, um Probleme zu lösen. • Medienkompetenz: Die Schülerin bzw. der Schüler verarbeitet Informationen angemessen. Vgl. die sechs Kompetenzbereiche der KMK-Strategie <i>Bildung in der digitalen Welt</i> (2016).
Motivationale Einstellungen • Engagement: Die Schülerin bzw. der Schüler zeigt persönlichen Einsatz und Initiative. • Lernmotivation: Die Schülerin bzw. der Schüler ist motiviert, etwas zu lernen oder zu leisten. • Ausdauer: Die Schülerin bzw. der Schüler arbeitet ausdauernd und konzentriert.	Soziale Kompetenzen • Kooperationsfähigkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler arbeitet konstruktiv mit anderen zusammen und übernimmt Verantwortung in Gruppen. • Konstruktiver Umgang mit Vielfalt: Die Schülerin bzw. der Schüler zeigt Toleranz und Respekt gegenüber anderen und geht angemessen mit Widersprüchen um. • Konstruktiver Umgang mit Konflikten: Die Schülerin bzw. der Schüler verhält sich in Konflikten angemessen, versteht die Sichtweisen anderer und geht darauf ein.

Quelle: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Fachanforderungen Allgemeiner Teil. Allgemeinbildende Schulen. Primarstufe. Sekundarstufe I. Sekundarstufe II. (2024), S. 8

Der Physikunterricht beteiligt sich obligatorisch auch an dieser Aufgabe und fördert neben den fachlichen Kompetenzen fortlaufend auch die überfachlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

4. Fachsprache

„Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil physikalischer Grundbildung. [...] Zur Kommunikation sind eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit in der Alltags- und der Fachsprache, das Beherrschen der Regeln der Diskussion und moderne Methoden und Techniken der Präsentation erforderlich.“

(Kultusministerkonferenz (KMK): Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss – Beschluss vom 16.12.2004. (2005), S. 10)

Um diese Fähigkeit bei unseren Schülerinnen und Schülern zu fördern, wird im Fach Physik neben dem Einüben von Diskussions- und Präsentationsmethoden vor allem der Übergang von der Alltags- zur Fachsprache gefördert, indem im Unterricht eine Bildungssprache angestrebt wird, die mit der Jahrgangsstufe zunehmend Elemente der Fachsprache enthält. Als Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung verwenden wir dazu im Physikunterricht unserer Schule unter anderem folgende Methoden:

- Wortschatzliste, Glossar oder Merkheft (von Schülerinnen und Schülern geführt)
- Aufgaben mit Mustersätzen, Mustertexten, Lückentexten, Wortgeländern, Text-puzzle, Satzbaukästen, Concept Maps, Kreuzworträtsel, ...
- Umformulieren und Korrigieren von Sätzen, Definitionen, Aufgaben, ...
- Bewertung unterschiedlicher vorgegebener Formulierungen und Texten
- ...

Darüber hinaus treffen wir folgende Absprachen:

- Alle Fachlehrkräfte fordern von den Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht stets einen adäquaten (Fach-)Sprachgebrauch ein und gehen bei der Verwendung der Bildungs- bzw. Fachsprache als gutes Beispiel voran.
- Alle Fachlehrkräfte achten darauf, dass im Fachcurriculum festgelegte Bezeichnungen, Begriffe und formale Notationen (vgl. Abschnitt 2 „Vereinbarungen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten“) einheitlich im Unterricht verwendet werden, um bei den Schülerinnen und Schülern in diesem Hinblick eine Anschlussfähigkeit zu erzielen.
- In schriftlichen Leistungsnachweisen sowie in Tests wird die adäquate Verwendung der Fachsprache immer mit bewertet. Aufgrund der Veränderung des Fachsprachgebrauchs im Laufe der Jahrgänge ist dieser Aspekt zum Ende der Schulzeit stärker zu gewichten als zu Beginn. Die Gewichtung dieses Aspekts obliegt jedoch stets der jeweiligen Fachlehrkraft.

5. Fördern und Fordern

Im vorliegenden Fachcurriculum wurden Vereinbarungen zu Maßnahmen zum Fördern und Fordern der Schülerinnen und Schüler getroffen. Dabei geht es zum einen um Hilfestellungen für Schülerinnen und Schüler, die Schwierigkeiten haben, den Leistungsanforderungen gerecht zu werden. Für diese werden unter anderem folgende Unterstützungsmaßnahmen angeboten:

- binnendifferenziertes Arbeiten im Unterricht
- Lernhilfen im Internet (z. B. www.leifi.de)
- Hinweis auf adäquate Lehrfilme im Internet
- Bereitstellen von Physikbüchern zum Nacharbeiten
- ggf. Hilfe bei der Suche von „Nachhilfelehrerinnen“ bzw. „Nachhilfelehrern“ aus höheren Jahrgängen

Zum anderen wurden Vereinbarungen getroffen, mit denen besonders interessierte oder leistungsstarke Schülerinnen und Schüler gefördert werden. Für diese werden unter anderem folgende Fördermaßnahmen angeboten:

- binnendifferenziertes Arbeiten im Unterricht
- Kontakt zu Schülerforschungszentren
- Unterstützung bei der Vorbereitung der Teilnahme unter anderem an folgenden Wettbewerben:
 - Bundesweiter Wettbewerb Physik (Klasse 7 bis 10)
 - Physikolympiade (ab Klasse 11)
 - Jugend forscht / Schüler experimentieren
 - TüftelEi – der Konstruktionswettbewerb

6. Digitale Medien und Medienkompetenz

Das Fach Physik bietet hervorragende Möglichkeiten, um die Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Denn für den Physikunterricht stehen uns eine Reihe digitaler Medien zur Verfügung:

- moderne Medien (Smartboards, Beamer, Dokumentenkameras, Computer mit Computermesssystem *CASSY*, Notebooks, Tablets)
- Smartphones (durch die Schülerinnen und Schüler)
- Lernmanagementsystem *IServ*
- Experimente (virtuelle (Online-)Experimente, Applets, Simulationen)
- visuelle Medien (Filme, Fotos, Präsentationen, ...)

Die Nutzung digitaler Medien im Physikunterricht ist daher obligatorisch. Die bereits vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich sind im Physikunterricht sinnvoll zu nutzen und zu erweitern.

Nutzung digitaler Medien im Unterricht

Gemäß des schulinternen Mediencurriculums soll das Lernen und Lehren mit digitalen Medien altersgemäß zunehmend stattfinden. Während in der Sekundarstufe I zur Entwicklung der Medienkompetenz vor allem schulische Endgeräte eingesetzt werden, wird in der Sekundarstufe II BYOD praktiziert.

Die in den Physikräumen zur Verfügung stehenden Smartboards und Dokumentenkameras werden in den Unterricht so integriert, dass sie für die Schülerinnen und Schüler ein selbstverständliches Hilfsmittel darstellen (z. B. Präsentation von Materialien und Versuchsergebnissen).

Da jede Schülerin bzw. jeder Schüler im Physikunterricht der Sekundarstufe I möglichst mindestens ein Referat halten soll (vgl. Abschnitt 8 „Leistungsbewertung“ – „Ergänzendes zu Referaten“), soll bei der Vorbereitung der Referate auch die Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler geschult werden, indem die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht unter anderem lernen, wie man für Referate angemessen recherchiert oder wie man Referate gemeinsam unter Nutzung eines Lernmanagementsystems (bei uns *IServ*) erstellt.

Zur Unterstützung der Fertigkeiten, mit digitalen Schreibprogrammen angemessen umzugehen, sollen in der Sekundarstufe I ab Klassenstufe 8 Protokolle von den Schülerinnen und Schülern zu geeigneten Zeitpunkten auch manchmal digital angefertigt werden.

Ab Klassenstufe 8 sollen dann auch virtuelle (Online-)Experimente, Applets und Simulationen¹ in den Unterricht eingebunden und genutzt werden. Durch die Nutzung dieser soll den Schülerinnen und Schülern unter anderem gezeigt werden, dass in der Realität nur schwer zugängliche Bereiche der Physik (z. B. die Astrophysik) trotzdem in verschiedener Art und Weise experimentell zugänglich gemacht werden können.

Des Weiteren sollte ein zusätzlicher Computer-, Notebook-, Tablet- und ggf. Smartphoneinsatz an geeigneten Stellen etwa zur Recherchezwecken oder zur Unterstützung von Experimenten stattfinden. Beispiele hierfür sind:

- Messung von Gesamt- und Teilströmen mit *Crocodile physics*
- Analyse von Bewegungen mittels Videoanalyse
- Analyse des Dopplereffekts mit *Audacity*
- Aufnahme und Auswertung von Versuchsergebnissen mittels *CASSY*
- Auswertung von Versuchsergebnissen und Zeichnen von Graphen mittels Tabellenkalkulation

Vor allem ab der Klassenstufe 9 sollen bei Experimenten die Messwerte dann nicht nur analog, sondern auch digital erfasst und mittels Tabellenkalkulationsprogramme auch digital ausgewertet werden. Insbesondere sollen die Schülerinnen und Schüler den Unterschied zwischen analoger und digitaler Messwerterfassung analysieren und bewerten.

Ab der Klassenstufe 9 sollen bedarfsgerecht zudem auch Experimente mit Sensoren (z. B. mit CASSY oder Phyphox) durchgeführt werden. Hierbei ist ein Einsatz des Smartphones oder Tablets sinnvoll. Durch verschiedene Sensoren wie etwa Beschleunigungs- und Neigungssensor, Magnetfeldsensor, Mikrofon und Temperatursensor können „klassische Demonstrationsversuche des Physikunterrichts zunehmend auch als Schülerversuche mit eigenen Geräten“ durchgeführt werden (Kircher, Ernst; Girwidz, Raimund und Häußler, Peter: *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2015). In der Zeitschrift *The Physics Teacher* findet sich dabei eine Reihe von Beispielen. So gibt es mittlerweile Applikationen, die es ermöglichen, mit Smartphones bzw. Tablets beispielsweise ein Beschleunigungs-Zeit-Diagramm für den freien Fall, eine einfache Pendelbewegung oder eine Federpendelbewegung aufzunehmen. Auch die Analyse akustischer Phänomene ist mittels bestimmter Applikationen möglich (vgl. Kuhn, Jochen (Hrsg.) und Vogt, Patrik (Hrsg.): *The Physics Teacher* Bd. 50, 2012 sowie Bd. 51, 2013).

7. Hilfsmittel

Für den Physikunterricht stehen unserer Fachschaft zusätzlich zu den digitalen Medien (vgl. Abschnitt 6 „Digitale Medien und Medienkompetenz“) unter anderem folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

- klassische Experimente (Schülerexperimente, Demonstrationsexperimente)
- Printmedien (Lehrbücher, Formelsammlungen, Arbeitsblätter, ...)
- klassische Medien (Whiteboards)

Nutzung von Lehr- und Lernmaterialien sowie Experimentiergeräten

Jede Fachlehrkraft entscheidet individuell auf Basis der Bedürfnisse der jeweiligen Lerngruppe, welche Lehr- und Lernmaterialien sowie Experimentiergeräte im Unterricht in welcher Art und Weise sinnvoll einzusetzen sind.

Experimente

Es ist stets anzustreben, dass die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht möglichst viel selbstständig experimentieren, wobei sie im Laufe ihres Physikunterrichts auch die

¹ Gute Simulationen finden sich beispielsweise auf der Homepage der Universität Colorado:
<https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics>

Vielfalt der experimentellen Möglichkeiten (Freihandversuche, Versuche mit Experimentiergeräten, Simulationen usw.) kennenlernen sollen. Zentrale durchzuführende Experimente sind dabei in Abschnitt 2 „Vereinbarungen zu einzelnen Unterrichtseinheiten“ aufgeführt.

Beim Experimentieren ist stets auf eine gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern durchzuführende adäquate Vor- und Nachbereitung der Experimente zu achten. Die Auswertung der Experimente sollen die Schülerinnen und Schüler einerseits mit klassischen Medien händisch als auch andererseits mit Hilfe der verfügbaren digitalen Medien (siehe Abschnitt 7 „Digitale Medien und Medienkompetenz“) durchführen können.

Lehrbücher

Im Physikunterricht werden folgende Lehrwerke genutzt:

Klassenstufe 7 und 8	Klassenstufe 9 und 10	Klassenstufe 11 bis 13
Universum Physik Band 1 vom Cornelsen Verlag	Universum Physik Band 2 vom Cornelsen Verlag	Fokus Physik Gesamtband SII vom Cornelsen Verlag oder Duden Physik Gymnasiale Oberstufe vom Duden Schulbuchverlag

Es wird vereinbart, dass jeweils ein Präsenzbestand der jeweiligen Lehrbücher in den Unterrichtsräumen zur Verfügung steht (je 15 Exemplare). Ein Exemplar erhält jede Schülerin bzw. jeder Schüler leihweise, um damit zu Hause arbeiten zu können. Welches der beiden Lehrwerke in der Oberstufe genutzt wird, entscheidet die jeweilige Fachlehrkraft.

Anschaffung und Nutzung einer Formelsammlung und eines Taschenrechners

In Absprache mit der Fachschaft Mathematik und den Fachschaften der anderen Naturwissenschaften beschließen wir die Anschaffung des wissenschaftlichen Taschenrechners *Casio fx 991 DE X* durch die Schülerinnen und Schüler. Der Taschenrechner wird in Klassenstufe 7 bereits verpflichtend im Fach Mathematik angeschafft.

Als Formelsammlung wird das vom IQB für das Zentralabitur Physik veröffentlichte Formeldokument verwendet. Dieses steht den Schülerinnen und Schülern im Internet digital und im Unterricht auch als gedrucktes Präsenzexemplar zur Verfügung. Die Formelsammlung soll spätestens ab Beginn der Sekundarstufe II genutzt werden. Über eine frühere Nutzung entscheidet die jeweilige Fachlehrkraft.

Nach der Anschaffung wird die Nutzung der beiden genannten Hilfsmittel im Fach Physik für die jeweiligen Verwendungszwecke im Unterricht eingeübt. Der Einsatz dieser Hilfsmittel während Klausuren in der Sekundarstufe II ist empfehlenswert. Ein Einsatz in Tests oder alternativen Leistungsnachweisen obliegt der Entscheidung der jeweiligen Fachlehrkraft.

8. Leistungsbewertung

„Leistungsbewertung wird verstanden als Dokumentation und Beurteilung der individuellen Lernentwicklung und des jeweils erreichten Leistungsstands. Sie [...] berücksichtigt sowohl die Prozesse als auch die Ergebnisse schulischen Arbeitens und Lernens.“

(Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Fachanforderungen Physik. Allgemeinbildende Schulen. Sekundarstufe I. Sekundarstufe II. (2022), S. 9)

Gewichtung der Leistungen

Bei der Bewertung der Schülerinnen und Schüler muss die Leistung in den Unterrichtsbeiträgen gegenüber der schriftlichen Leistung überwiegen. Über die genaue Gewichtung entscheidet die Lehrkraft individuell unter Berücksichtigung des Lernprozesses.

Unterrichtsbeiträge

„Unterrichtsbeiträge umfassen alle Leistungen, die sich auf die Mitarbeit und Mitgestaltung im Unterricht oder im unterrichtlichen Kontext beziehen.“ (Ministerium für Bildung, Wissen-

schaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Fachanforderungen Physik. Allgemeinbildende Schulen. Sekundarstufe I. Sekundarstufe II. (2022), S. 9) Bei der Bewertung der Unterrichtsbeiträge werden demnach verschiedene Aspekte einbezogen, wobei sich die Gewichtung einzelner Aspekte im Laufe der Jahrgänge verändert. Zur Veranschaulichung dient die folgende Tabelle:

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

Dabei bedeuten:			
O nicht relevant	X weniger relevant	XX relevant	XXX besonders relevant

Bei allen Aspekten werden berücksichtigt:

- Abstraktions- und Analysefähigkeit
- Antworten in vollständigen Sätzen
- Argumentationsfähigkeit
- Bezug zur Aufgabenstellung
- Fachliche Korrektheit
- Komplexität des Beitrags
- Kreativität
- Plausibilität der Lösung
- Selbstkritik
- Selbstständigkeit
- Transferfähigkeit
- Verständlichkeit der Aussagen
- Verwendung von Fachsprache

Ergänzendes zu Tests

Tests sind ein Teil der Unterrichtsbeiträge und damit keine schriftlichen Leistungsnachweise wie es z. B. Klassenarbeiten oder Klausuren sind. Tests gehen dementsprechend in die Bewertung der Unterrichtsbeiträge ein. Je Schuljahr werden in der Sekundarstufe I in der Regel drei bis fünf Tests geschrieben. Ausnahme ist die Klassenstufe 9, da hier eine Klassenarbeit geschrieben wird (siehe unten). In Klassenstufe 9 werden in der Regel zwei bis vier Tests geschrieben.

Die Tests dienen beispielsweise zur Wiederholung eines Themengebiets, das zuvor eine angemessene Zeitspanne unterrichtet wurde. Die Bearbeitungsdauer eines Tests beträgt dabei maximal 20 Minuten. Die Benotung von Tests orientiert sich grundsätzlich an dem unten aufgeführten Bewertungsschlüssel. In begründeten Fällen liegt eine Abweichung von diesem Raster im Ermessen der jeweiligen Lehrkraft.

Note	1	2	3	4	5	6
Anteil erreichter Punkte	≥ 87,5 %	≥ 75 %	≥ 62,5 %	≥ 50 %	≥ 25 %	< 25 %

Ergänzendes zu Referaten

Jede Schülerin bzw. jeder Schüler soll im Physikunterricht der Sekundarstufe I möglichst mindestens ein Referat halten. Bei der Bewertung von Referaten im Fach Physik sollen an unserer Schule unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- gute Struktur
- passender Inhalt zum Thema
- adäquater fachlicher Anspruch
- Verwendung von Fachausdrücken
- flüssige Präsentation (nicht nur vorlesen)
- angemessene Unterstützung durch Medien
- adäquate Beantwortung von Nachfragen

Klassenarbeiten

In der Sekundarstufe I wird in der Klassenstufe 9 zusätzlich zu den Unterrichtsbeiträgen eine 45-minütige Klassenarbeit in die Leistungsbewertung einbezogen. Die Klassenarbeit muss grundsätzlich folgende Merkmale erfüllen:

- Verwendung der vorgeschriebenen Operatoren
- Einfordern verbaler Formulierungen von physikalischen Zusammenhängen in adäquatem Umfang
- Abdeckung aller drei Anforderungsbereiche
- Verteilung der drei Anforderungsbereiche entsprechend der gültigen Vorgaben
- Erreichbare Punkte der Aufgaben auf dem Arbeitsblatt

Folgende Arten von Aufgaben sind unter anderem möglich: die Bearbeitung eines Schüler- oder Lehrerexperiments, die Auswertung vorgelegten Materials sowie die theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf eine bisher nicht behandelte Problemstellung. Nicht geeignet sind dahingegen Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt.

Die Bewertung der Klassenarbeit erfolgt nach dem untenstehenden Bewertungsschlüssel. Auch hier besteht die Möglichkeit, im begründeten Einzelfall von diesem Raster abzuweichen.

Note	1	2	3	4	5	6
Anteil erreichter Punkte	≥ 87,5 %	≥ 75 %	≥ 62,5 %	≥ 50 %	≥ 25 %	< 25 %

Klausuren und gleichwertige Leistungsnachweise in der Sekundarstufe II

In der Sekundarstufe II werden zusätzlich zu den Unterrichtsbeiträgen Klausuren und ggf. gleichwertige Leistungsnachweise in die Leistungsbewertung einbezogen. Bei Physik auf grundlegendem Anforderungsniveau wird in der Sekundarstufe II in jedem Halbjahr eine 90-minütige Klausur geschrieben. Bei Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau kann die Anzahl und Dauer der schriftlichen Leistungsnachweise der folgenden Tabelle entnommen werden:

Klassenstufe	Anzahl der Klausuren bzw. alternativer Leistungsnachweise	Dauer der Klausuren
11	3 Klausuren, davon mindestens 1 Klausur pro Halbjahr	90 min
12	3 Klausuren, davon mindestens 1 Klausur pro Halbjahr	90 min
13.1	1 Langklausur (Format wie Abitur)	300 min
13.2	1 gleichwertiger Leistungsnachweis	---

Klausuren

Die Klausuren müssen grundsätzlich folgende Merkmale erfüllen:

- Angemessene Berücksichtigung der vier Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz)
- Unabhängigkeit der – in der Regel zwei – Aufgaben im Hinblick auf die Bearbeitung
- Unabhängigkeit der Teilaufgaben in Bezug auf fehlende oder falsche Zwischenergebnisse

- Bei Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau (mit zunehmender Nähe zum Abitur):
Bezug auf mehrere Inhaltsbereiche (Felder, Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie)
- Verwendung der vorgeschriebenen Operatoren
- Einfordern verbaler Formulierungen von physikalischen Zusammenhängen in adäquatem Umfang
- Abdeckung aller drei Anforderungsbereiche
- Verteilung der drei Anforderungsbereiche entsprechend der gültigen Vorgaben
- Erreichbare Punkte der Aufgaben auf dem Arbeitsblatt

Folgende Arten von Aufgaben sind unter anderem möglich: die Bearbeitung eines Schüler- oder Lehrerexperiments, die Auswertung vorgelegten Materials sowie die theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf eine bisher nicht behandelte Problemstellung. Nicht geeignet sind dahingegen Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt.

Die Bewertung der Klausuren erfolgt nach dem untenstehenden Bewertungsschlüssel. Dieser entspricht dem für das Abitur festgelegten Benotungsraster. Auch hier besteht die Möglichkeit, im begründeten Einzelfall von diesem Raster abzuweichen. Bei Physik auf erhöhtem Anforderungsniveau ist das Anforderungsniveau der Aufgaben im Verlauf der Sekundarstufe II sukzessive an das Abiturniveau anzuheben.

Notenpunkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Anteil erreichter Punkte	≥ 95 %	≥ 90 %	≥ 85 %	≥ 80 %	≥ 75 %	≥ 70 %	≥ 65 %	≥ 60 %	≥ 55 %

Notenpunkte	6	5	4	3	2	1	0
Anteil erreichter Punkte	≥ 50 %	≥ 45 %	≥ 40 %	≥ 33 %	≥ 26 %	≥ 19 %	< 19 %

Gleichwertige Leistungsnachweise

An unserer Schule soll in Physik als Profulfach in Klassenstufe 13.2 ein gleichwertiger Leistungsnachweis durch die Schülerinnen und Schüler erbracht werden (siehe Tabelle oben). Welche Art des gleichwertigen Leistungsnachweises erbracht wird, entscheidet die jeweilige Fachlehrkraft. Beispiele für gleichwertige Leistungsnachweise sind unter anderem: Arbeitsmappen, Ausarbeitungen, Kolloquien, Medienproduktionen, Portfolios, Präsentationen, Projektarbeiten, Referate, (längere) Tests sowie Vorträge.

Je nach Unterrichtsgestaltung und Einbindung des Unterrichtsbeitrages in den Lern-kontext legt die unterrichtende Lehrkraft individuell formale und inhaltliche Anforderungen für den gleichwertigen Leistungsnachweis fest.

9. Überprüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums

Die in diesem Curriculum getroffenen Festlegungen präzisieren den durch die Fachanforderungen gegebenen Rahmen. Die Weiterentwicklung und gegebenenfalls Evaluation dieses schulinternen Fachcurriculums stellt eine ständige gemeinsame Aufgabe der Fachkonferenz dar. Die Gestaltung der Arbeit mit dem schulinternen Fachcurriculum basiert auf der koordinierten Zusammenarbeit der Physiklehrkräfte auch in Abstimmung mit anderen Fachschaften. Dies wird durch die Mitglieder der Fachschaft folgendermaßen umgesetzt:

Der / die Fachschaftsvorsitzende ...

- ... lädt mindestens einmal pro Halbjahr zu einer Fachschaftssitzung ein, bei der ein Erfahrungsaustausch zum schulinternen Fachcurriculum stattfindet und gegebenenfalls eine Weiterentwicklung diskutiert wird.
- ... trifft grundsätzliche Absprachen mit anderen Fachschaftsvorsitzenden.
- ... koordiniert und initiiert die Arbeit am und die Überprüfung des schulinternen Fachcurriculums im Fach Physik.

Jede Physiklehrkraft ...

- ... beteiligt sich an der Arbeit am schulinternen Fachcurriculum im Fach Physik.
- ... stimmt das fachliche Vorgehen mit den anderen Physiklehrkräften des jeweiligen Jahrganges ab.
- ... hält die Ergebnisse des Abstimmungsprozesses im schulinternen Fachcurriculum fest.