ALFRED KRUPP SCHULE

Curriculum

des Faches

PHYSIK

für die Sekundarstufen I & II

Stand März 2025

Alfred Krupp Schule
Margaretenstraße 40
45144 Essen
Tel.: (0201) 85 69 230
Fax: (0201) 85 69 231
E-Mail: info@aks-essen.de

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit **2**

2. Unterrichtsvorhaben **3**

2.1 konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I *4*
2.1.1 Jahrgangsstufe 6 4
2.1.2 Jahrgangsstufe 7 8
2.1.3 Jahrgansstufe 8 13
2.1.4 Jahrgangsstufe 10 18

2.2 konkretisierte Vorhaben der Sekundarstufe II *21*
2.2.1 Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase 21
2.2.2 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs 24
2.2.3 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs 31

3. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit **37**

3.1 Lehr- und Lernprozesse *37*

3.2 Experimente und eigenständige Untersuchungen *38*

3.3 Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität *38*

4. Leistungsbewertung **39**

4.1 Grundsätzliche Absprachen *39*

4.2 Überprüfung und Beurteilung der Leistungen *39*

4.3 Kriterien der Leistungsbeurteilung: *39*

5. Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung **40**

6. Evaluation **40**

7. Antidiskriminierung **40**

8. Literaturverzeichnis **41**

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Alfred-Krupp-Schule befindet sich in Essen-Frohnhausen. Derzeit besuchen etwa 650 Schülerinnen und Schüler die Schule, die überwiegend aus den Stadtteilen Frohnhausen, Holsterhausen und Altendorf kommen. Insgesamt ist die Schülerschaft hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sehr heterogen. Die Schule hat einen Schulsozialindex von 8.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik setzt sich besonders dafür ein, dass jeder Lernende seine Kompetenzen bestmöglich entwickelt. Darüber hinaus soll das Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf geweckt werden. In diesem Zusammenhang werden Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt, unter anderem durch das Angebot eines Projektkurs Naturwissenschaften in der Qualifikationsphase.

Die Fachschaft Physik besteht derzeit aus 2 Lehrkräften die über die Fakultas für SekI und Sek II verfügen. Sie arbeitet eng zusammen und entwickelt oft gemeinsam Materialien, beispielsweise für den Experimentalunterricht oder schriftliche Prüfungen und Klausuren. Der Unterricht wird – soweit möglich – auf der Stufenebene parallelisiert. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und fachdidaktischen Herausforderungen intensiv.

Die Fachschaft verfügt über zwei Fachräume, von denen einer auch für Schülerexperimente ausgelegt ist. Beide Räume sind jeweils mit fest installierten Deckenbeamern ausgestattet. Die Physiksammlung ist im Wesentlichen ausreichend mit Experimentiermaterialien und Geräten ausgestattet. Schrittweise sollen mehr Möglichkeiten für Schülerversuche an geeigneten Stellen geschaffen werden. Zur Erfassung von Messwerten und zur Auswertung von Daten stehen digitale Messsensoren zur Verfügung. Zudem wird der Unterricht durch den Einsatz digitaler Medien, Simulationen und virtueller Experimente anschaulich und praxisnah gestaltet. Alle Schüler:innen verwenden iPads, um ihre Lernprozesse zu unterstützen.

In der Unterstufe wird Physik in der Klasse 6 mit 2 Stunden unterrichtet. In der Mittelstufe wird Physik in den Klassen 7, 8 und 10 jeweils zweistündig unterrichtet.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 80 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist üblicherweise in der Einführungsphase und Qualifikationsphase mit zwei Grundkursen vertreten. Ein Leistungskurs Physik wird in der Regel nicht angeboten. In der Qualifikationsphase wird darüber hinaus ein Projektkurs mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaften angeboten.

2. Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden *Übersicht über die Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Studienfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Dabei sind im Folgenden zuerst die Unterrichtsvorhaben der Sek I und danach der Sek II zu finden. Die Bezüge zum Methodencurriculum der Alfred Krupp Schule sind kursiv gedruckt.

2.1 konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I

2.1.1 Jahrgangsstufe 6

Inhalte **Ca. 35 Doppelstunden**	**Kompetenzerwartungen** **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen…	**Kompetenzerwartungen** **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen…	**Kompetenzerwartung** **Bewertung** Die Schüler:innen sollen…
Temperatur und Wärme: - **Thermische Energie:** Wärme, Temperatur und Temperaturmessung **Versuche (Einführung Versuchsprotokoll):** ○ **Subjektives Wärmeempfinden** ○ **Temperaturmessung beim Abkühlen** - **Wirkung von Wärme**: Aggregatzustände und ihre Veränderung, Wärmeausdehnung **Versuche:** ○ **Wärmeausdehnung von Wasser (Steigrohr), Flüssigkeitsthermometer,** ○ **Wärmeausdehnung Festkörper (Kugel, Bimetall)** ○ **Wärmeausdehnung Luft (Ballon)** **Sonst:** - **Aggregatzustände (Spiel, Modell, Film** - **Anomalie des Wasser (z.B. Film Simple Physics)** - **Temperaturskalen** - **Wärmetransport:** Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmedämmung **Versuch:** ○ **Wärmeleitung, Wärmemitführung, Wärmestrahlung mit Rettungsdecke/Alufolie etc)**	- Die Begriffe thermische Energie, Temperatur und Wärme unterscheiden und anwenden (UF1, UF2) - An Beispielen aus dem Alltag Auswirkungen der Wärmeausdehnung beschreiben (UF1, UF4) - Auswirkung der Anomalie des Wassers (auch Bedeutung für Lebewesen) (UF4, UF1) - Entstehung von Temperaturskalen (Celsius, Kelvin) (UF1) - Verfahren der Wärmedämmung (anhand der Form des Wärmetransports) und Teilchenmodell erklären (UF 1-4)	- Temperaturen analog und digital messen (E2, E1) - Erhobene Messdaten zur Temperatur in Tabellen und Diagramme übertragen (E4, K1) - Aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomen einfache Schlussfolgerungen ziehen und darstellen (E3, E5, K3) (*Versuchsprotokoll als Schwerpunkt)* *Sprachsensibel: Einführung des Versuchsprotokolls als Methodencurriculum, Bewertung eines Versuchsprotokoll mit 10%* - Aggregatzustände und Übergänge und Wärmeausdehnung im Teilchenmodell erklären (E6, UF1, UF3) - Recherchieren mit analogen und digitalen Medien (MKR 2.1, 2.2) - Umgang mit Excel, Diagramme zu Tabellen erstellen (MKR 1.2, MKR 1.3)	- Schutzmaßnahmen gegen Verbrennung und Unterkühlung begründen (B1-B4)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartung **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Elektrischer Strom und Magnetismus (ca. 17 Doppelstunden) **Magnetismus:** - magnetische Kräfte und Felder, Erdmagnetfeld, Kompass - Magnetisierung, Modell der Elementarmagnete (Elektromagnet erst später!) **Versuche:** o Anziehung - Abstoßung, ferromagnetische Stoffe o Magnetfelder mit Eisenspänen, Abschirmung o Magnetisierung **Stromkreise und Schaltungen:** - Spannungsquellen, Leiter und Nichtleiter, Verzweigte Stromkreise, Elektronen und Atomrumpfmodell **Versuche:** o Leiter und Nichtleiter o Schalter o Schaltzeichen und Steckbrett o Parallel und Reihenschaltung o UND- und ODER-Schaltung, evt. Wechselschaltung **Wirkung des elektrischen Stromes:** Wärmewirkung, magnetische Wirkung (-> Elektromagnet), Gefahren **Versuche:** o Schmelzsicherung, Elektromagnet **Elektrische Anlage im Haus**	- den Aufbau einfacher elektrischer Stromkreise und die Funktion ihrer Bestandteile erläutern und die Verwendung von Reihen- und Parallelschaltungen begründen (UF2, UF3, K4), - Stromwirkungen (Wärme, Licht, Magnetismus) fachsprachlich angemessen beschreiben und Beispiele für ihre Nutzung in elektrischen Geräten angeben (K3, UF1, UF4), - die Funktion von elektrischen Sicherungseinrichtungen (Schmelzsicherung, Sicherungsautomat) in Grundzügen erklären (UF1, UF4), - an Beispielen von elektrischen Stromkreisen den Energiefluss sowie die Umwandlung und Entwertung von Energie darstellen (UF1, UF3, UF4), - ausgewählte Stoffe anhand ihrer elektrischen und magnetischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, Ferromagnetismus) klassifizieren (UF1), - Kräfte zwischen Magneten sowie zwischen Magneten und magnetisierbaren Stoffen über magnetische Felder erklären (UF1, E6), - in Grundzügen Eigenschaften des Magnetfeldes der Erde beschreiben und die Funktionsweise eines Kompasses erklären (UF3, UF4).	- zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen, auch als Parallel- und Reihenschaltung sowie UND- bzw. ODER-Schaltung (E1, E4, K1), - Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne darstellen und einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen (E4, K3), - in eigenständig geplanten Versuchen die Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe ermitteln und daraus Schlüsse zu ihrer Verwendbarkeit auch unter Sicherheitsaspekten ziehen (E4, E5, K1), - den Stromfluss in einem geschlossenen Stromkreis mittels eines Modells frei beweglicher Elektronen in einem Leiter erläutern (E6), - durch systematisches Probieren einfache magnetische Phänomene erkunden (E3, E4, K1), - die Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung von Stoffen sowie die Untrennbarkeit der Pole mithilfe eines einfachen Modells veranschaulichen (E6, K3, UF1), - die Struktur von Magnetfeldern mit geeigneten Hilfsmitteln sichtbar machen und untersuchen (E5, K3).	- auf einem grundlegenden Niveau (Sichtung mit Blick auf Nennspannung, offensichtliche Beschädigungen, Isolierung) über die gefahrlose Nutzbarkeit von elektrischen Geräten entscheiden (B1, B2, B3), - Risiken und Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren mit elektrischen Geräten benennen und bewerten (B1, B3), - Möglichkeiten zur sparsamen Nutzung elektrischer Energie im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten (B1, B2, B3). - Möglichkeiten zur sparsamen Nutzung elektrischer Energie im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten. (VB Ü, VB D, Z1, Z3, Z5)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Schall **Schwingungen und Schallwellen:** Tonhöhe und Lautstärke **Versuche:** - Musikinstrumente der SuS nutzen und Frequenz und Lautstärke mit z.B. Phyphox aufnehmen **Schallausbreitung** **Versuche:** Messung der Lautstärke in verschiedenen Entfernungen, **Absorption** Versuche: Handy oder Wecker als Quelle, in verschiedenen Materialien eingepackt, Handy als Sensor **Reflexion** Bsp. Echo, Echolot **Schallquellen und Schallempfänger:** Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; **Referate** Fledermaus, Delphinen, U-Booten, Ultraschall… **Lärm und Lärmschutz** **Referate/Gruppenvorträge** Arbeitsschutz, Kopfhörer, Active-Noise-Cancelling, Fächerverbindung Biologie: Ohr	- die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4), - Eigenschaften von hörbarem Schall, Ultraschall und Infraschall unterscheiden und dazu Beispiele aus Natur, Medizin und Technik nennen (UF1, UF3, UF4), - Reflexion und Absorption von Schall anhand von Beispielen erläutern (UF1), - Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern (UF1, UF4).	- die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären (E6, UF1), - an ausgewählten Musikinstrumenten (Saiteninstrumente, Blasinstrumente) Möglichkeiten der Veränderung von Tonhöhe und Lautstärke zeigen und erläutern (E3, E4, E5), - mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4, E5, MKR 1.2), - Schallschwingungen und deren Darstellungen auf digitalen Geräten in Grundzügen analysieren (E5, UF3, MKR 1.2) (NRW, 2019) - Recherchieren mit analogen und digitalen Medien (MKR 2.1, 2.2)	- Maßnahmen benennen und beurteilen, die in verschiedenen Alltagssituationen zur Vermeidung von und zum Schutz vor Lärm ergriffen werden können (B1, B3, VB B, VB D, Z3) - Lärmbelastungen bewerten und daraus begründete Konsequenzen ziehen (B1, B2, B3, B4, VB B, VB D, Z1, Z3)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Licht **Ausbreitung von Licht:** - Lichtquellen und Lichtempfänger, - Modell des Lichtstrahls, Schattenbildung Versuch o Laserpointer und Staub o Schattengröße o Kern- und Halbschatten - Abbildungen Versuch o Lochkamera **Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen:** - Streuung, Reflexion, Transmission, Absorption, Versuche: o Streuung mit unterschiedlichen Materialien o Reflexionsgesetz	- die Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen mit der Streuung, der gerichteten Reflexion und der Absorption von Licht an ihren Oberflächen erklären (UF1, K1, K3), - die Entstehung von Abbildungen bei einer Lochkamera und Möglichkeiten zu deren Veränderung erläutern (UF1, UF3), - Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und an Beispielen ihre Wirkungen beschreiben (UF3), - an Beispielen aus Technik und Alltag die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen beschreiben (UF1).	- die Ausbreitung des Lichts untersuchen und mit dem Strahlenmodell erklären (E4, E5, E6), - Vorstellungen zum Sehen kritisch vergleichen und das Sehen mit dem Strahlenmodell des Lichts und dem Sender-Empfänger-Modell erklären (E6, K2), - Abbildungen an einer Lochkamera sowie Schattenphänomene zeichnerisch konstruieren (E6, K1, K3)	- geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch helles Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung auswählen (B1, B2, B3), - mithilfe optischer Phänomene die Schutz- bzw. Signalwirkung von Alltagsgegenständen begründen (B1, B4).

2.1.2 Jahrgangsstufe 7

Inhalte	**Kompetenzerwartungen** **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Licht an Grenzflächen (9 Doppelstunden) **Spiegelungen:** Reflexionsgesetz • Messen des Reflexionswinkel (Versuch) • Zeichnen des Strahlenverlaufs Bildentstehung am Planspiegel • Versuch zu Eigenschaften des Spiegelbildes • Konstruieren des Spiegelbildes **Lichtbrechung** • Brechung an Grenzflächen • Brechungswinkel messen (Versuch) • Diagramm zeichnen und ablesen • Zeichnen von Brechungswinkeln • Totalreflexion und Lichtleiter	- den Strahlengang bei Reflexion von Licht beschreiben - Zusammenhänge zwischen Einfalls-Reflexionswinkel erkennen und beschreiben - die Eigenschaften des Spiegelbildes beschreiben - die Entstehung des Spiegelbildes mithilfe des Reflexionsgesetzes und der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären (UF1, E6) - den Strahlengang vom Licht beim Übergang zwischen zwei Stoffen erkennen und beschreiben (UF1, UF3) - die Strahlengänge von optisch dünneren zum optisch dichteren Stoff und umgekehrt unterscheiden und erläutern (UF1,UF3) - Totalreflexion als Übergang aus einem optisch dichteren Stoff auf die Grenze zu einem dünneren Stoff erkennen und beschreiben (UF1,UF3) - den Begriff Grenzwinkel erklären (UF4) die Funktionsweise von Endoskop und Glasfaserkabel mithilfe der Totalreflexion erklären (UF1, UF2, UF4, K3)	- präzises Zeichnen vom Lot und Einfallswinkel - genaues Messen von Einfallswinkel - sorgfältiges Zeichnen vom Reflexionswinkel - einfache Konstruktion von Spiegelbildern - genaues Ablesen von Einfalls- und Brechungswinkel - Erstellen eines Diagramm für den Zusammenhang zwischen den Einfalls- und Brechungswinkel - Bestimmen den Brechungswinkel mithilfe eines Diagramms - genaues Zeichnen der Lichtbrechung an verschiedenen Grenzflächen - Bestimmen von Grenzwinkel experimentell und mithilfe eines Diagramms	Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen (B1, B2).

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** - Die Schüler:innen sollen

Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge (10 Doppelstunden)
 	
• Sammellinse
  ○ Freihandexperimente
  ○ Experimente mit der optischen Bank oder Magnettafel
• Bildkonstruktionen
  ○ Experimente an der Magnettafel
  ○ Zeichnen mit Hilfe von Konstruktionsregeln
  ○ Bildentstehung mit Geogebra untersuchen
• Auge und Sehen
  ○ Aufbau des Auges
  ○ Korrektur von Fehlsichtigkeiten
• Lupe, Mikroskop und Fernrohr
  ○ Versuche mit der optischen Bank
	- die Erzeugung eines scharfen Bildes mithilfe einer Sammellinse erklären und beschreiben
	- den Lichtweg durch Linsen (Sammel- und Streulinsen) beschreiben
	- verschiedene Linsen unterschiedlichen Lichtwegen zuordnen
	- die Begriffe optische Achse, Mittelebene, Brennpunkt, Brennweite anwenden
	- die Begriffe Brennpunktstrahl, Parallelstrahl, Mittelpunktstrahl unterscheiden und anwenden (UF1, UF2)
	- die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung im Auge erklären (UF2, UF4, K3)
	- zwei Arten von Fehlsichtigkeit unterscheiden und erklären
	- die Funktion der Brille erklären
	- Berufsbild Optiker
	- die Funktionsweise von Lupe, Mikroskop und Fernrohr mithilfe der Zusammensetzung von Linsen erklären
		- anhand einfacher Handexperimente die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Linsentypen bestimmen (E2, E5),
		
		- Lichtwege durch Sammellinsen unter Anwendung der Gesetze konstruieren
		- Lichtwege durch Sammellinsen mithilfe GeoGebra konstruieren (MKR 1.2)
		
		- für Versuche zu optischen Abbildungen geeignete Linsen auswählen und diese sachgerecht anordnen und kombinieren (E4, E1),
		
		- den Lichtweg durch das Auge konstruieren
		- die Lichtwege durch das Auge mit der Korrektur von verschiedenen Brillen konstruieren
			- Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen (B1, B2).
			
			- optische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für sich selbst, für die Forschung und für die Gesellschaft beurteilen (B1, B4, K2, E7).

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen

Licht und Farben (3 Doppelstunden)
• Lichtspektrum
  • Versuch an der Magnettafel
  • Lichtspektrum
• Farbaddition
  • Farben des Bildschirms
• Farbsubtraktion
  • Farbkasten/Drucker
 	
Sehen und Wahrnehmen
• Optische Täuschungen
• Daumenkino/Wunderscheibe
• Kino (Frames per Second)
	- die Entstehung eines Spektrums durch die Farbzerlegung von Licht am Prisma darstellen und infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht einem Spektralbereich zuordnen (UF1, UF3, UF4, K3),
	- Wahrnehmung der Farbe mithilfe der Farbsubtraktion erklären
	- Entstehung der Form des Regenbogens erklären
	
	- Sehen und Wahrnehmen erklären
		- Zerlegung weißen Lichts durch ein Prisma zeichnen
		- Die Stärke der Brechung in Abhängigkeit von der Farbe erklären
		- digitale Farbmodelle (RGB, CMYK) mithilfe der Farbmischung von Licht erläutern und diese zur Erzeugung von digitalen Produkten verwenden (E6, E4, E5, UF1).
			- Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen (B1, B2).
			
			- Bewerten von Bildfälschungen und Kinoeffekten (B1, B2)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen

Sterne und Weltall (10 Doppelstunden)
Sonnensystem:
• Jahreszeiten
  ○ Versuch mit Neigungswinkeln
• Mondphasen
  ○ Tellurium bzw. andere Modelle
• Mond- und Sonnenfinsternisse
  ○ Wdh. von Kern und Halbschatten
  ○ Modelle oder Simulationen
 	
• Unser Sonnensystem
	- den Wechsel der Jahreszeiten als Folge der Neigung der Erdachse erklären (UF1).
	- den Ablauf und die Entstehung von Mondphasen sowie von Sonnen- und Mondfinsternissen modellhaft erklären (E2, E6, UF1, UF3, K3),
	
	- Die Bestandteile unseres Sonnensystems beschreiben
	
	(Referate) (MKR4.1 bis 4.3)(MKR 2.1;2.2)
		- die Auswirkung des Einstrahlwinkels und der Neigung der Erdachse auf die Entstehung der Jahreszeiten untersuchen
		- Die Entstehung der Mondphasen anhand eines Modells erarbeiten
		- Mond- und Sonnenfinsternisse computergestützt untersuchen
		- eine klare Trennung zwischen Mond- und Sonnenfinsternissen verdeutlichen (wer schiebt sich vor wen?)
		- Mond- und Sonnenfinsternisse skizzenhaft konstruieren
			- wissenschaftliche und andere Vorstellungen über die Welt und ihre Entstehung kritisch vergleichen und begründet bewerten (B1, B2, B4, K2, K4).

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Elektrizität **Elektrostatik:** • elektrische Ladungen • elektrische Felder • Elektronen-Atomrumpf-Modell *Versuche:* Elektrostatische Aufladung mit Luftballons Elektroskop (selber bauen?) Bandgenerator Bewegung Wattebausch im elektrischen Feld Feldlinienbilder	- die Funktionsweise eines Elektroskops erläutern (UF1, E5, UF4, K3)	- Wechselwirkungen zwischen geladenen Körpern durch elektrische Felder beschreiben (E6, UF1, K4), - elektrische Aufladung und Leitungseigenschaften von Stoffen mithilfe eines einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modells erklären (E6, UF1)	- Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom und elektrischen Geräten beurteilen (B1, B2, B3, B4)

2.1.3 Jahrgansstufe 8

Inhalte	**Kompetenzerwartungen** **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Sterne und Weltall **Universum:** • Himmelsobjekte • Sternentwicklung * Spektrometer bauen *Versuche:* Maßstabsgerechte Darstellung des Sonnensystems (Schulhof) Sonstiges: Referate Weltbilder Exkursion Planetarium	- den Aufbau des Sonnensystems sowie wesentliche Eigenschaften der Himmelsobjekte Sterne, Planeten, Monde und Kometen erläutern (UF1, UF3), - mit dem Maß Lichtjahr Entfernungen im Weltall angeben und vergleichen (UF2), - typische Stadien der Sternentwicklung in Grundzügen darstellen (UF1, UF3, UF4, K3), - mithilfe von Beispielen Auswirkungen der Gravitation sowie das Phänomen der Schwerelosigkeit erläutern (UF1, UF4).	- die Bedeutung der Erfindung des Fernrohrs für die Entwicklung des Weltbildes und der Astronomie erläutern (E7, UF1), - an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen (Trigonometrische Funktionen?), Spektren) (E5, E1, UF1, K3).	- wissenschaftliche und andere Vorstellungen über die Welt und ihre Entstehung kritisch vergleichen und begründet bewerten (B1, B2, B4, K2, K4), - auf der Grundlage von Informationen zu aktuellen Projekten der Raumfahrt die wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung dieser Projekte nach ausgewählten Kriterien beurteilen (B1, B3, K2). - mit Informationen kritisch umgehen. Wissenschaft und Science Fiction unterscheiden

Bewegungen: • Geschwindigkeit • Beschleunigung *Versuche:* Geschwindigkeiten messen, Einheiten (schiefe Ebene, Läufer, Fahrrad o.ä. auf Schulhof, Bewegung in Flüssigkeiten) *Videoanalyse, Umgang mit Excel* *Einführung von Zellbezügen und Formeln in Excel im Rahmen des Methodencurriculums. Überprüfung:* *Bewegungsanalyse mit Auswertung von Geschwindigkeit und Beschleunigung in Excel*	- verschiedene Arten von Bewegungen mithilfe der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung analysieren und beschreiben (UF1, UF3), - mittlere und momentane Geschwindigkeiten unterscheiden und Geschwindigkeiten bei gleichförmigen Bewegungen berechnen (UF1, UF2),	- Fehlerdiskussion - Kurvenverläufe in Orts-Zeit-Diagrammen interpretieren (E5, K3), *-Messdaten zu Bewegungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen (E4, E5, E6, K1),*	

Inhalte	**Kompetenzerwartungen** **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Kraft: • Masse und Trägheit • Verformung (Hookesches Gesetz) • Bewegungsänderung • Reibung • Gewichtskraft und Masse • Kräfteaddition und -Zerlegung • Wechselwirkungsprinzip • Goldene Regel der Mechanik: einfache Maschinen ***Versuche:*** • Verformung durch Kraft (Feder und Gummiband) • Münzwippe • Flaschenzug	- Kräfte als vektorielle Größen beschreiben und einfache Kräfteadditionen grafisch durchführen (UF1, UF2), - die Konzepte *Kraft und Gegenkraft* sowie *Kräfte im Gleichgewicht* unterscheiden und an Beispielen erläutern (UF3, UF1), - die Goldene Regel anhand der Kraftwandlung an einfachen Maschinen erläutern (UF1, UF3, UF4)	-Messdaten zu Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen (E4, E5, E6, K1), - Kräfte identifizieren, die zu einer Änderung des Bewegungszustands oder einer Verformung von Körpern führen (E2), - Massen und Kräfte messen sowie Gewichtskräfte berechnen (E4, E5, UF1,UF2),	- Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von einfachen Maschinen und Werkzeugen zur Bewältigung von praktischen Problemen aus einer physikalischen Sichtweise bewerten (B1, B2, B3) - Zugänge zu Gebäuden unter dem Gesichtspunkt Barrierefreiheit beurteilen (B1, B4)

Energie **Energieformen:** • Lageenergie • Bewegungsenergie • Spannenergie **Energieumwandlungen:** • Energieerhaltung • Mechanische Leistung	- Spannenergie, Bewegungsenergie und Lageenergie sowie andere Energieformen bei physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3), - Energieumwandlungsketten aufstellen und daran das Prinzip der Energieerhaltung erläutern (UF1, UF3), - mithilfe der Definitionsgleichung für Lageenergie einfache Energieumwandlungsvorgänge berechnen (UF1, UF3), den Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erläutern und formal beschreiben (UF1, UF3), -an Beispielen Leistungen berechnen und Leistungswerte mit Werten der eigenen Körperleistung vergleichen (UF2, UF4).	- die Goldene Regel der Mechanik mit dem Energieerhaltungssatz begründen (E1, E2, E7, K4)	- Nahrungsmittel auf Grundlage ihres Energiegehalts bedarfsangemessen bewerten (B1, K2, K4)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Druck und Auftrieb **Druck in Flüssigkeiten und Gasen:** • Dichte • Druck in Gasen und Flüssigkeiten • Druck als Kraft pro Fläche • Schweredruck • Luftdruck (Atmosphäre) • Auftrieb • Archimedisches Prinzip **Druckmessung:** • Druck und Kraftwirkungen *Versuche:* Kommunizierende Röhren Hydraulische Presse Schweredruck messen mit Luftballon Auftrieb messen	- bei Flüssigkeiten und Gasen die Größen Druck und Dichte mithilfe des Teilchenmodells erläutern (UF1, E6), - die Formelgleichungen für Druck und Dichte physikalisch erläutern und daraus Verfahren zur Messung dieser Größen ableiten (UF1, E4, E5), - den Druck bei unterschiedlichen Flächeneinheiten in der Einheit Pascal angeben (UF1), - Auftriebskräfte unter Verwendung des Archimedischen Prinzips berechnen (UF1, UF2, UF4)	- den Schweredruck in einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmen (E5, E6, UF2), - die Entstehung der Auftriebskraft auf Körper in Flüssigkeiten mithilfe des Schweredrucks erklären und in einem mathematischen Modell beschreiben (E5, E6, UF2), - die Nichtlinearität des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Höhe mithilfe des Teilchenmodells qualitativ erklären (E6, K4), - anhand physikalischer Faktoren begründen, ob ein Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas steigt, sinkt oder schwebt (E3, K4)	- Angaben und Messdaten von Druckwerten in verschiedenen Alltagssituationen auch unter dem Aspekt der Sicherheit sachgerecht interpretieren und bewerten (B1, B2, B3, K2).

2.1.4 Jahrgangsstufe 10

Inhalte	**Kompetenzerwartungen** **Umgang mit Fachwissen** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Erkenntnisgewinnung** Die Schüler:innen sollen	**Kompetenzerwartungen** **Bewertung** Die Schüler:innen sollen
Elektrizität - **Größen des elektrischen Stromkreises** o Stromstärke und Stromwirkung o Spannung o Widerstand, ohmsches Gesetz - **Schaltungen** o Reihenschaltung o Parallelschaltung o Elektroinstallation im Haus, Sicherungen o Quellen und Geräte (Leistung und Energie)	- die Entstehung einer elektrischen Spannung durch den erforderlichen Energieaufwandbei der Ladungstrennung qualitativ erläutern (UF1, UF2), - zwischen der Definition des elektrischen Widerstands und dem Ohm`schen Gesetz unterscheiden (UF1), - die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in Reihen- und - Parallelschaltungen mathematisch beschreiben und an konkreten Beispielen plausibel machen (UF1, UF4, E6), - Wirkungen von Elektrizität auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der Stromstärke und Spannung erläutern (UF1), - den prinzipiellen Aufbau einer elektrischen Hausinstallation einschließlich der Sicherheitsvorrichtungen darstellen (UF1, UF4), - die Definitionsgleichungen für elektrische Energie und elektrische Leistung erläutern und auf ihrer Grundlage Berechnungen durchführen (UF1), - Energiebedarf und Leistung von elektrischen Haushaltsgeräten ermitteln und - die entsprechenden Energiekosten berechnen (UF2, UF4).	- elektrische Schaltungen sachgerecht entwerfen, in Schaltplänen darstellen und anhand von Schaltplänen aufbauen, (E4, K1), - Spannungen und Stromstärken messen und elektrische Widerstände ermitteln (E2, E5), - die mathematische Modellierung von Messdaten in Form einer Gleichung unter Angabe von abhängigen und unabhängigen Variablen erläutern und dabei auftretende Konstanten interpretieren (E5, E6, E7), - Versuche zu Einflussgrößen auf den elektrischen Widerstand unter Berücksichtigung des Prinzips der Variablenkontrolle planen und durchführen (E2, E4, E5, K1). - Informationsrecherche zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden (MKR 2.1) - Bei der Auswertung von Messwerten digitale Werkzeuge kennen und diese zielgerichtet einsetzen (z.B. Auswertung der Messwerte mit Geogebra oder Excel)(MKR 1.2) - Kommunikation und Kooperationsprozesse und Regeln nutzen und in digitaler Arbeit anwenden (MKR 3.1 3.2)	- Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom und elektrischen Geräten beurteilen (B1, B2, B3, B4), - Kaufentscheidungen für elektrische Geräte unter Abwägung physikalischer und außerphysikalischer Kriterien treffen (B1, B3, B4, K2). - Informationen, Daten und ihre Quellen, sowie dahinterliegende Strategien und Absichten erkennen und kritisch bewerten (MKR 2.3)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** - Die Schüler:innen sollen
Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung - **Atome und ihre Strahlung** o Atomaufbau o Nachweis ionisierender Strahlung o Alpha, Beta und Gammastrahlung und Röntgenstrahlung und Zerfallsgleichungen o Halbwertszeit und Zerfallsgesetz o Natürliche und zivilisatorische Quellen o Strahlenschäden und Strahlenschutz o Strahlenmedizin - **Nutzen und Gefahren der Kernenergie** o Kernfusion o Kernspaltung o Kernkraftwerke o Teilchenbeschleuniger Referate: Marie Curie, Lise Meitner	- Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben (UF1, E4), - mit Wirkungen der Lorentzkraft Bewegungen geladener Teilchen in einem Magnetfeld qualitativ beschreiben (UF1), - verschiedene Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung beschreiben und erläutern (UF1, UF4, K2, K3), - Quellen und die Entstehung von Alpha-, Beta- und Gammastrahlung beschreiben (UF1), - die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären (UF1, UF2, E1), - die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern sowie den Aufbau und die Sicherheitseinrichtungen von Reaktoren erklären (UF1, UF4, E1, K4), - medizinische und technische Anwendungen ionisierender Strahlung sowie zugehörige Berufsfelder darstellen (UF4, E1, K2, K3).	- die Aktivität radioaktiver Stoffe messen (Einheit Bq) und dabei den Einfluss der natürlichen Radioaktivität berücksichtigen (E4), - den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen sowie die Kernspaltung und Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1), - mit dem zufälligen Prozess des radioaktiven Zerfalls von Atomkernen das Zerfallsgesetz und die Bedeutung von Halbwertszeiten erklären (E5, E4, E6), - die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3) - Auswertung von Messwerten mit Hilfe geeigneter Programme (z.B. Geogebra, Ecxel) MKR 1.2	- Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3), - Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Erkenntnisse begründet abwägen (K4, B1, B2, B3), - Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen (B1, B4), - Informationen verschiedener Interessengruppen zur Kernenergienutzung aus digitalen und gedruckten Quellen beurteilen und eine eigene Position dazu vertreten (B1, B2, B3, B4, K2, K4, MKR 2.2; 5.2). - Medienprodukte (Vorträge, Filme) selbst herstellen, Gestaltungsmittel kennen und Quellen dokumentieren (MKR 4.1; 4.2;4.3)

Inhalte	Kompetenzerwartungen **Umgang mit Fachwissen** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Erkenntnisgewinnung** - Die Schüler:innen sollen	Kompetenzerwartungen **Bewertung** - Die Schüler:innen sollen

Energieversorgung (35-22)
 	
- **Induktion und Elektromagnetismus**
  o Magnetfelder durch elektrischen Strom
  o Elektromagnetische Induktion
  o Transformator
  o Elektromotor und Generator
  o Elektrische Energie und Leistung
- **Bereitstellung und Nutzung von Energie**
  o Transport el. Energie
  o Verbrennungskraftwerke
  o Wärmepumpe und Brennstoffzelle
  o Regenerative Energiequellen
  o Bereitstellung und Speicherung von Energie
  o Energiehaushalt der Erde
  o Klimawandel
  o Energetische Erneuerung, Nachhaltigkeit
-
	- Einflussfaktoren für die Entstehung und Größe einer Induktionsspannung erläutern (UF1, UF3),
	- den Aufbau und die Funktion von Generator und Transformator beschreiben und die Erzeugung und Wandlung von Wechselspannung mithilfe der elektromagnetischen Induktion erklären (UF1),
	- Energieumwandlungen vom Kraftwerk bis zum Haushalt unter Berücksichtigung von Energieentwertungen beschreiben und dabei die Verwendung von Hochspannung zur Übertragung elektrischer Energie in Grundzügen begründen (UF1),
	- an Beispielen aus dem Alltag die technische Anwendung der elektromagnetischen Induktion beschreiben (UF1, UF4),
	- den Aufbau und die Funktionsweise einfacher Elektromotoren anhand von Skizzen beschreiben (UF1),
	- Beispiele für konventionelle und regenerative Energiequellen angeben und diese unter verschiedenen Kriterien vergleichen (UF4, UF1, K2, K3, B1, B2),
	- Probleme der schwankenden Verfügbarkeit von Energie und aktuelle Möglichkeiten zur Energiespeicherung erläutern (UF2, UF3, UF4, E1, K4).
		- magnetische Felder stromdurchflossener Leiter mithilfe von Feldlinien darstellen und die Felder von Spulen mit deren Überlagerung erklären (E6),
		- den Wirkungsgrad eines Energiewandlers berechnen und damit die Qualität des Energiewandlers beurteilen (E4, E5, B1, B2, B4, UF1),
		- Daten zur eigenen Nutzung von Elektrogeräten (u.a. Stromrechnungen, Produktinformationen, Angaben zur Energieeffizienz) auswerten (E1, E4, E5, K2).
		- Themenrelevante Informationen zur Stromversorgung, Geräten und Klimawandel aus Medienangeboten filtern, strukturieren und aufbereiten (MKR 2.2)
		- Eigene Medienprodukte planen und Gestaltungsmittel reflektiert anwenden, Standards der Quellenangaben kennen und anwenden, dazu auch Rechtliche Grundlagen, z.B. des Urheberrechts kennen und beachten (MKR 4.1-4.4)
			- die Notwendigkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit (elektrischer) Energie argumentativ beurteilen (K4, B3, B4),
			- Vor- und Nachteile erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen mit Bezug zum Klimawandel begründet gegeneinander abwägen und bewerten (B3, B4, K2, K3),
			- Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei Entscheidungen für die Nutzung von Energieträgern aufzeigen (B1, B2),
			- im Internet verfügbare Informationen und Daten zur Energieversorgung sowie ihre Quellen und dahinterliegende mögliche Strategien kritisch bewerten (B1,B2, B3, B4, K2, MKR 2.3 MKR 5.2, MKR 5.3)

2.2 konkretisierte Vorhaben der Sekundarstufe II

2.2.1 Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Schülerinnen und Schüler…**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Physik in Sport und Verkehr I** *Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?* ca. 25 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), • interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), • ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), • bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2) • beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)

<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Physik in Sport und Verkehr II** *Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?* ca. 15 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Dynamik: Newton‘sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton’schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton‘schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen** *Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?* ca. 12 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton’schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton‘schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), • bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) • bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3)

<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Bewegungen im Weltraum** *Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?* *Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?* ca. 20 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft, Newton´sches Gravitationsgesetz, Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4), • beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), • erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6), • ermitteln mithilfe der Kepler‘schen Gesetze und des Newton’schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Weltbilder in der Physik** *Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?* ca. 8 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10), • erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7). • ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1). • ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), • beurteilen Informationen zu versch. Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10)(MKR 5.2)

2.2.2 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 150 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Die Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern** *Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?* *Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?* ca. 40 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** – Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte – Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1), • stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), • erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) • erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) • bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), • entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), • modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),

<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung** *Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?* ca. 10 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), • bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten** *Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?* ca. 25 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	• nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8).(VB D Z3)

<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule** *Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?* ca. 20 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	• beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen(S3, S6, S7, E4, K7), • geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2) • prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1), • ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften** *Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?* ca. 40 Ustd.	**Schwingende Systeme und Wellen** • Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer • Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol	• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), • vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3), • erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1), • leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2), • ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8), • beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), • untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2) • untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1), • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2),

		• unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4)
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Wellen und Interferenzphänomene** *Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?* *Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? (Gibt es den „Äther“?)* ca. 10-15 Ustd.	**Schwingende Systeme und Wellen** • Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer	• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), • erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), • beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7), • erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6), • erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4). • weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6), • erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3). • beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1)

<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes** *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?* ca. 30 Ustd.	**Quantenphysik** • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung • Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung	• erklären den Photoeffekt mit der Einstein´schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3). • beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1), • stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8) • erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3), • erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanten objekte (S3), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), • erläutern die Heisenberg´sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). • interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), • bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E6, S6), • interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11)

<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Struktur der Materie** *Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?* ca. 20 Ustd.	**Atom- und Kernphysik** • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), • erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), • erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4), • beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10), • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3), • interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> **Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung** *Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?*	**Atom- und Kernphysik** • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung	• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), • erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), • erläutern qualitativ an der β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der

Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin? ca. 22 Ustd.	• Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4). • leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9), • wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6), • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3)
<u>Unterrichtsvorhaben X</u> **Massendefekt und Kernumwandlung** *Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?* *Welche Möglichkleiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?* ca. 20 Ustd.	**Atom- und Kernphysik** • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung • Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion	• beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), • bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), • diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).(MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3)

2.2.3 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schülerinnen und Schüler…
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen** *Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?* ca. 10 Ustd.	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), • erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4), • erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) • beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell** *Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?* ca. 18 Ustd.	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	• erläutern mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • weisen anhand des Interferenzmusters bei *Doppelspalt- und Gitterversuchen* mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).

<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Erforschung des Elektrons** *Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?* ca. 26 Ustd.	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern	• stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), • erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3) • berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), • erläutern am *Fadenstrahlrohr* die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5), • entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6), • modellieren mathematisch die Beobachtungen am *Fadenstrahlrohr* und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), • erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4), • schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des *Millikan-Versuchs* auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des *Zyklotrons* auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), • beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall

<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Photonen und Elektronen als Quantenobjekte** *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?* ca. 18 Ustd.	**Quantenobjekte** • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt • Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt • Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung	• erläutern anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), • stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), • wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim *Doppelspaltversuch mit Elektronen* quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), • erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), • erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), • leiten anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), • untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) • beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), • erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).

<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren** *Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?* ca. 18 Ustd.	**Elektrodynamik und Energieübertragung** • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der *Leiterschaukel* durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch *Transformatoren* mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), • erklären am physikalischen *Modellexperiment zu Freileitungen* technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), • interpretieren die mit einem *Oszilloskop* bzw. *Messwerterfassungssystem* aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9), • modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), • erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in *Generatoren* mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim *Thomson'schen Ringversuch* bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), • beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) • beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).

<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Anwendungsbereiche des Kondensators** *Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?* *Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?* ca. 15 UStd.	**Elektrodynamik und Energieübertragung** • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	• beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), • erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), • untersuchen den *Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren* unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), • modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei *Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren* (E4, E6, S7), • interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im *Q-U*-Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), • beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung** *Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?* ca. 12 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen	• erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des *Geiger-Müller-Zählrohrs* als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), • untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei *Absorptionsexperimenten* unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), • begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).

<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Erforschung des Mikro- und Makrokosmos** *Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?* ca. 19 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung	• erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), • erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), • interpretieren die Bedeutung von *Flammenfärbung* und *Linienspektren* bzw. *Spektralanalyse* für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10), • interpretieren die Messergebnisse des *Franck-Hertz-Versuchs* (E6, E8, K8), • erklären das *charakteristische Röntgenspektrum* mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), • identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des *Sonnenspektrums* (E3, E6, K1), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> **Massendefekt und Kernumwandlungen** *Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?* *Wie entsteht ionisierende Strahlung?* ca. 16 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion	• erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2), • wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2), • erläutern qualitativ am β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), • erklären anhand des Zusammenhangs $E = \Delta m\, c^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1), • ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6), • vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).

3. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Die Lehrerkonferenz hat unter Berücksichtigung des Schulprogramms als überfachliche Grundsätze für die Arbeit im Unterricht bekräftigt, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Gemäß dem Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Fachgruppe vereinbart, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei soll im Rahmen des Physikunterrichts besonders sowohl die Sprache als auch die Medienkompetenz gefördert werden.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen:

3.1 Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
    - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
    - Zurückstellen von Verzichtbarem bzw. eventuell späteres Aufgreifen, Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
    - Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)
    - Herstellen von Zusammenhängen
    - Problemorientierung
    - Transparenz in Bezug auf die Anforderungen und die zu erreichenden Kompetenzen
- Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten nach folgenden Kriterien
    - Eignung des Kontextes zum Erwerb spezifischer Kompetenzen („Was kann man an diesem Thema besonders gut lernen“?)
    - klare Schwerpunktsetzungen bezüglich des Erwerbs spezifischer Kompetenzen, insbesondere auch bezüglich physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
    - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
    - authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen
    - Nachvollziehbarkeit/Schülerverständnis der Fragestellung
    - Kontexte und Lernwege sollten an Erkenntnis- und Verständnisprozessen der Lernenden ansetzen.
- Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien
    - Aufgaben auch zur Förderung von vernetztem Denken mit Hilfe von übergreifenden Prinzipien, grundlegenden Ideen und Basiskonzepten

- Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Beschleunigung des Lernprozesses.
- Einbindung von Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erwerbenden Kompetenzen reflektiert werden, explizite Thematisierung der erforderlichen Denk- und Arbeitsweisen und ihrer zugrundeliegenden Ziele und Prinzipien, Vertrautmachen mit dabei zu verwendenden Begrifflichkeiten
- Vertiefung der Fähigkeit zur Nutzung erworbener Kompetenzen beim Transfer auf neue Aufgaben und Problemstellungen durch hinreichende Integration von Reflexions-, Übungs- und Problemlösephasen in anderen Kontexten
- ziel- und themengerechter Wechsel zwischen Phasen der Einzelarbeit, Partnerarbeit und Gruppenarbeit unter Berücksichtigung von Vielfalt durch Elemente der Binnendifferenzierung
- Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität bei der Erstellung von Materialien.
- bei kooperativen Lernformen: insbesondere Fokussierung auf das Nachdenken und den Austausch von naturwissenschaftlichen Ideen und Argumenten

3.2 Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis,
- Schülerversuche, Simulationen und Demonstrationsexperimente unterstützen Lernprozesse
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in Erkenntnisprozesse und in die Klärung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur Selbstständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Nutzung sowohl von manuell-analoger, aber auch digitaler Messwerterfassung und Messwertauswertung
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

3.3 Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung, Die Gestaltung von Lernprozessen kann sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, vereinbart die Fachgruppe, bei der schrittweisen Nutzung bzw. Erstellung von Lernarrangements, bei der alle Lernenden am gleichen Unterrichtsthema arbeiten, aber dennoch vielfältige Möglichkeiten für binnendifferenzierende Maßnahmen bestehen, eng zusammenzuarbeiten. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen zunächst

- unterrichtsbegleitende Testaufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung in allen Kompetenzbereichen
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler (auch durch Helfersysteme oder Unterrichtsformen wie „Lernen durch Lehren“)

4. Leistungsbewertung

4.1 Grundsätzliche Absprachen

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen benotet, sie werden den Schülerinnen und Schülern jedoch auch mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen können. Die individuelle Rückmeldung erfolgt stärkenorientiert und nicht defizitorientiert, sie soll dabei den tatsächlich erreichten Leistungsstand weder beschönigen noch abwerten. Sie soll Hilfen und Absprachen zu realistischen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits dürfen sie in neuen Lernsituationen auch Fehler machen, ohne dass sie deshalb Geringschätzung oder Nachteile in ihrer Beurteilung befürchten müssen.

4.2 Überprüfung und Beurteilung der Leistungen

Die Leistungen im Unterricht werden in der Regel auf der Grundlage einer kriteriengeleiteten, systematischen Beobachtung von Unterrichtshandlungen beurteilt.

Weitere Anhaltspunkte für Beurteilungen lassen sich mit kurzen schriftlichen, auf stark eingegrenzte Zusammenhänge begrenzten Tests gewinnen.

4.3 Kriterien der Leistungsbeurteilung:

Die Bewertungskriterien für Leistungsbeurteilungen müssen den Schülerinnen und Schülern bekannt sein. Die folgenden Kriterien gelten allgemein und sollten in ihrer gesamten Breite für Leistungsbeurteilungen berücksichtigt werden:

- für Leistungen, die zeigen, in welchem Ausmaß Kompetenzerwartungen des Lehrplans bereits erfüllt werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:
    - die inhaltliche Geschlossenheit und sachliche Richtigkeit sowie die Angemessenheit fachtypischer qualitativer und quantitativer Darstellungen bei Erklärungen, beim Argumentieren und beim Lösen von Aufgaben,
    - die zielgerechte Auswahl und konsequente Anwendung von Verfahren beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und bei der Nutzung von Modellen,
    - die Genauigkeit und Zielbezogenheit beim Analysieren, Interpretieren und Erstellen von Texten, Graphiken oder Diagrammen.

- für Leistungen, die im Prozess des Kompetenzerwerbs erbracht werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:
    - die Qualität, Kontinuität, Komplexität und Originalität von Beiträgen zum Unterricht (z. B. beim Generieren von Fragestellungen und Begründen von Ideen und Lösungsvorschlägen, Darstellen, Argumentieren, Strukturieren und Bewerten von Zusammenhängen),
    - die Vollständigkeit und die inhaltliche und formale Qualität von Lernprodukten (z. B. Protokolle, Materialsammlungen, Hefte, Mappen, Portfolios, Lerntagebücher, Dokumentationen, Präsentationen, Lernplakate, Funktionsmodelle),
    - Lernfortschritte im Rahmen eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z. B. Vorbereitung und Nachbereitung von Unterricht, Lernaufgabe, Referat, Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation),
    - die Qualität von Beiträgen zum Erfolg gemeinsamer Gruppenarbeiten.
- *· In den Jahrgängen 6.1 und 8.1 werden jeweils Methoden des Methodencurriculums der Schule eingeführt und die Anwendung der Methode mit 10% der Note bewertet.*

5. Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung kann in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen.

- Intervalle

  Eine differenzierte Rückmeldung zum erreichten Lernstand sollte mindestens einmal pro Quartal erfolgen. Aspektbezogene Leistungsrückmeldung erfolgt anlässlich der Auswertung benoteter Lernprodukte.

- Formen

  Schülergespräch, individuelle Beratung, schriftliche Hinweise und Kommentare (Selbst-) Evaluationsbögen; Gespräche beim Elternsprechtag

6. Evaluation

Die Fachschaft evaluiert in der Fachkonferenz und in Gesprächen auf dem kurzen Dienstweg regelmäßig Anwendung und Zeitplan des schulinternen Curriculums und passt Versuche und Schwerpunkte daran an.

7. Antidiskriminierung

Die Unterrichtenden legen in Übereinstimmung mit dem Schulprogramm besonderen Wert darauf, keine Diskriminierung durch Unterrichtsmaterial oder Verhalten zu fördern. Daher werden in den Aufgaben alle möglichen Gruppen vertreten sein und eine gerechte Verteilung wird beachtet. Es wird daher darauf geachtet, dass bei Beispielaufgaben Jungen und Mädchen verschiedener kultureller

Namen erwähnt werden und keine Diskriminierung dabei stattfindet. In der Oberstufe wird bei der Quantenphysik auch der Antisemitismus gegen viele Vertreter der Quantenphysik thematisiert. Zudem soll im Sinne der Antidiskriminierung ein besonderer Schwerpunkt, z.B. in Form von Referaten, auf Leben und Arbeit von Marie Curie, Lise Meitner und Rosalind Franklin gelegt werden.

8. Literaturverzeichnis

Medienberatung NRW. (03 2020). Von Medienkompetenzrahmen NRW: https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Rahmen_A4_2020_03_Final.pdf abgerufen

NRW, Q. M. (2019). *Kernlehrplan Physik*. Von Lehrplanvigator: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/208/3411_Physik.pdf abgerufen

NRW, Q. M. (23. 06 2019). *Medienkompetenzrahmen*. Von Lehrplannavigator: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GY19/KLP_SI_MKR_Formulierungen_finalb_docx.pdf abgerufen

Qualis, M. f. (23. 06 2019). *Rahmenvorgabe Verbraucherbildung*. Von Lehrplannavigator: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GY19/Synopse_Bercksichtigung_VB_in_den_KLP_Gym_SI_2019-07-12_FINAL_WEI.pdf abgerufen

Schulministerium NRW. (2022). *Schulentwicklung NRW*. Von Lehrplannavigator: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/332/gost_klp_ph_2022_06_07.pdf abgerufen