



# **Das schulinterne Fachcurriculum Physik an der Immanuel - Kant - Schule Neumünster**

Stand: 28.05.2025

# Inhalt des Fachcurriculums

Vorwort

1. Unterrichtseinheiten nach Jahrgängen

2. Fördern und Fordern

3. Leistungsbewertung

4. Medien, Lehr- und Lernmaterial, Sammlung, Hilfsmittel

5. Sprachbildung

6. Überprüfung und Weiterentwicklung

7. Präsentation des Fachs Physik

Hinweise:

Ein schulinternes Fachcurriculum lebt immer von der ständigen Weiterentwicklung. Gerne nehmen wir Anregungen, Vorschläge, Kritik, ... entgegen und werden uns damit auseinandersetzen.

Sammlungen von (besonders ansprechenden) Arbeitsblättern und Vorlagen von (geschriebenen) Klausuren und Tests stehen nachvollziehbarer Weise nur den Lehrkräften im geschützten Cloud-Bereich zur Verfügung.

## **Vorwort:**

Eine sehr gut ausgestattete und intensiv gepflegte Sammlung erlaubt uns, das Experiment in den Mittelpunkt unserer methodischen Ansätze zu stellen. Wo es möglich ist und sinnvoll erscheint, experimentieren die Schüler und Schülerinnen selber, um bei der Auswertung ihrer Beobachtungen und Messungen den Geheimnissen der Natur auf die Spur zu kommen. Ziel aller Aktivitäten ist es immer, dass die Lernenden sich präzise und belastbare Denkmodelle über physikalische Sachverhalte erarbeiten, die ihnen helfen, Phänomene aus ihrer natürlichen und technischen Umwelt zu verstehen, zu quantifizieren und zu bewerten. Sie sollen dabei auch die typischen Denkweisen der Physik kennen lernen, die notwendig sind, um in vielen Lebenssituationen verantwortungsbewusste Entscheidungen treffen zu können. Das ist nicht immer einfach: Physik zu lernen erfordert auch viel Fleiß und Ausdauer.

(Bernd Huhn)



### 1.1.2 Reihenfolge, Dauer, Umfang der Unterrichtsinhalte und Beitrag zum Aufbau prozessbezogener Kompetenzen

Im Anfangsunterricht Physik in der 7. Klasse soll zunächst der Energiebegriff am Beispiel des zentralen Inhaltes „**Mein Schulweg – so komme ich sicher zur Schule!**“ thematisiert werden.

Anhand des zur Verfügung stehenden Fahrrads in der Physiksammlung werden dazu erste Energieformen (Bewegungsenergie, elektrische Energie, Wärmeenergie, chemische Energie – Steckbriefe können hilfreich sein) qualitativ und intuitiv genannt und Umwandlungsketten beschrieben. Die „Unzerstörbarkeit“ der Energie sollte thematisiert werden und hilft bei der Beschreibung von Energieketten und weiterführender Energieformen.

Die **erste Einheit (elektrischer Stromkreis)** greift den Energiebegriff bei der Umwandlung von Bewegungsenergie (Fahrradfahren) in Licht- und Wärmeenergie (Beleuchtung des Fahrrads) auf und beschreibt Vorgänge umfassender. Auf eine Trennung der Energieträger im elektr. Stromkreislauf und eine lineare Umwandlung der Energien wird ein Fokus gelegt. Beschreibende Begriffe werden sowohl allgemein (Energieträgerpumpe, Energieträger, Energiewandler, Energie) als auch für den elektrischen Stromkreis (Batterie/Dynamo, elektrische Ladungen, Glühlampe, elektrische/Licht-/Wärme-Energie) festgelegt.

Weitere Aspekte zum Thema (siehe anschließende Übersicht) werden auf diesem Energiebegriff aufgebaut bzw. abgeleitet.

Die **zweite Einheit (Wärme)** greift den gewonnenen Energiebegriff auf und behandelt genauer das Thema „Wärme“. Dabei wird genau unterschieden in die Begriffe Wärmemenge (Energienmenge, abhängig von Volumen und Temperatur) und Temperatur. Aspekte wie Verkehrssicherheit bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen, angemessene (wärmeisolierende) Kleidung oder ressourcenschonende Fortbewegung zur Schule bieten Anbindungspunkte zum zentralen Inhalt (s.o.).

Die **dritte Einheit (Licht)** kann gut durch die Betrachtung des toten Winkels an den zentralen Inhalt angebunden werden. Hier liegt der Fokus auf der Strahlenoptik und der Energiebegriff tritt in den Hintergrund.

In der abschließenden **vierten Einheit (Bewegung und Kraft)** wird dann der Energiebegriff erneut. Ein hoher Bewegungsenergiegehalt verändert Auswirkungen beim Bremsen. Zahlreiche Inhalte (Geschwindigkeit, Kraft, Reibung, Diagramme) sollten hier intuitiv und logisch zur Beschreibung von Aspekten eines (sicheren) Schulweges möglich sein und genutzt werden. Der physikalische Kraftbegriff muss sorgfältig von der umgangssprachlichen Verwendung des Wortes Kraft abgesetzt werden.

Es handelt sich um Anfangsunterricht, gerne soll ein spielerischer Einstieg mit hohem Motivationsgrad hergestellt werden.

## Konkretisierungen:

Kompetenzen

F Fachwissen: Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

E Erkenntnisgewinnung: Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

K Kommunikation: Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

B Bewertung: Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Zeitraum	Inhalte: <b>Elektrischer Stromkreis</b>	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wochen	Fahrradbeleuchtung: 2 Kabel, Aufbau der Bestandteile, Weg des Stroms Ladungsstrom und Energiestrom an Wasser-, Luft- und Ladungsstromkreis Allgemeiner Energieträger- und Energiestromkreis in einfacher Form	E Gezielt experimentieren, K Beschreiben, zeichnen, F, E Beispiele verallgemeinern, F Fachbegriffe anwenden, F Kenntnisse auf Haustechnik übertragen,	E Es können weitere einfache Stromkreise untersucht werden, auch nichtelektrische, aktuelle technische Gegebenheiten an den Fahrrädern der SuS sollen berücksichtigt werden (Nabendynamo, ...)
	Leiter und Nichtleiter, Materialeigenschaften Protokollführung Schalter: Wirkung, Typen	B Begründete Vorhersagen machen, B Energieumsätze von elektr. Haushaltsgeräten bewerten	F Schalter aus einfachen Materialien können gebastelt werden
	Messung der Ladungsstromstärke, Messgerät, Ablesung, Ladungsstromstärke in Haushaltsgeräten an 230V		F, E Verschiedene Messbereiche nutzen Energieumsatz von Geräten vergleichen
	Parallelschaltung von Geräten, Reihen- und Parallelschaltung von Schaltern		F Tannenbaumbeleuchtung, Wechselschaltung
	Stromstärke in Verzweigungen, Summenregel Sicherungen		E, B Betrachtung anderer verzweigter Kreise (Blut, Straßenverkehr, ...)
	<b>TEST</b>		

## Vereinbarungen:

Vorwissen aus dem HS-Unterricht der Grundschule sollte thematisiert, eingeordnet und genutzt werden.

Zeitraum	Inhalte: <b>Wärme</b>	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wochen	Unterschied zwischen Temperatur und Wärme mit Beispielen  Teilchenvorstellung	B Umgangssprache kritisieren,  F Fachbegriffe benutzen  B Messgerät kritisch einschätzen, F Naturphänomene beschreiben und fachlich einordnen	F Brownsche Molekularbewegung kennen, Teilchenmodell nutzen  F Aggregatzustände im Teilchenmodell beschreiben und unterscheiden
	Temperaturmessung mit verschiedenen Thermometern, Unzulänglichkeiten, Eichung eines Modellthermometers  Anomalie des Wassers	F, E Technische Systeme beobachten, B Konstruktionsmerkmale bewerten,	F Temperaturskalen kennen und historisch einordnen
	Wärmetransport durch Konvektion, Leitung und Strahlung  Beispiele an einem Einfamilienhaus, an Naturphänomenen (Klima)  Halbquantitative Aussagen zur Wärmeleitung (Wärmestromstärke ~ Temperaturdifferenz)	E Handlungsstrategie entwickeln,  gezielt experimentieren	E Modellhäuser basteln und untersuchen,  F Konvektion im Erdmantel kennen und Kontinentaldrift erklären
	Ausdehnung (Länge und Volumen) bei Erwärmung in technischen Systemen  Klimaproblem in Ansätzen  <b>TEST</b>		E „Max-Johannsen“-Thermometer kennen, F Beispiele kennen: Fernheizungsleitung, Bimetall, Feuermelder, F Temperaturregelung eines Bügeleisens, Thermostatventil  B Funktion und sinnvolle Nutzung von Regelungen kennen

#### Vereinbarungen:

Es ist sinnvoll, von Anfang an das Basiskonzept zum Teilchenmodell zur Beschreibung und Einordnung der Phänomene zu nutzen. Möglichkeiten der Einsparung von Heizenergie sollten angestrebt werden.

Zeitraum	Inhalte: <b>Licht</b>	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wochen	Ausbreitung von Licht, Lichtweg, Beschreibung durch Strahl, Stecknadelversuche  "Sehen", Sehstrahlhypothese  Energietransport durch Licht	F, K Phänomene beschreiben und einordnen,  F Geometrischen Begriff nutzen,  B Historische Vorstellung kritisieren,  F Nutzung der geradlinigen Ausbreitung beschreiben,	F Lichtquellen als Energiewandler verstehen
	Schattenphänomene an punktförmigen und ausgedehnten Lichtquellen  Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternis	F Relativbewegungen Mond, Erde, Sonne beschreiben,	F Potenzschreibweise großer und kleiner Zahlen anwenden
	Lochkamera und Fotografie (mit Halbleiter-Chip)  Lochkamera bauen	K eine Bauanleitung umsetzen,  K Wirkungsweise beschreiben,	F, E Bild analysieren, Bezüge zur Mathematik (Symmetrien)
	Reflexionsgesetz (am ebenen Spiegel)  <b>TEST</b>	K Registrierung von Licht beschreiben,  F Spiegelungsbegriff der Mathematik nutzen,  Geometrische Konstruktion nutzen,  F,K Technische Anwendungen beschreiben und analysieren,  E gezielt experimentieren	F Mehrfachreflexion am Winkelspiegel, Sicherheitsreflektoren beschreiben  F, B Hohlspiegel in Scheinwerfern, Teleskopen und Sonnenkollektoren identifizieren  F Bildentstehung am Hohlspiegel erklären  F Durchsichtige, durchscheinende, undurchsichtige Körper, reguläre und diffuse Reflexion kennen

#### Vereinbarungen:

Mit den Mathematik-Lehrkräften ist zu klären, ob die notwendigen geometrischen Kenntnisse vorhanden sind, ggf. wird dieser Teil des Unterrichts erst am Ende des Schuljahres durchgeführt.

Zeitraum	Inhalte: <b>Bewegungen und Kraft</b>	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wochen	Geschwindigkeitsbegriff, Messung: z.B. Wackeltiere, Murmeln, ... Weg-Zeit-Diagramme mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Richtungen	E, F einen Begriff sinnvoll aus zwei bekannten bilden und anwenden, E Selbstständig experimentieren und messen, E Diagramme zeichnen und interpretieren,	E, F Schallgeschwindigkeit messen
	Geschwindigkeitsänderungen durch Krafteinwirkung	Pfeiladdition als mathematisches Modell nutzen, B Umweltphänomene deuten, F "Mittelbare" Messmethode erkennen	F Vektoren mit Betrag und Richtung auch für andere Größen (Weg, Geschwindigkeit) zur Beschreibung nutzen
	Zusammenwirken mehrerer Kräfte (gleiche Richtungen) an einem Körper, Darstellung durch Vektoraddition	F Taschenrechner sinnvoll einsetzen	
	Spezialfall: Kompensationskräftepaare, Möglichkeit statischer Kraftmessung mit Federkraftmesser		F Federkraftmesser basteln und kalibrieren
	Reibungskräfte Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (z.B. Fallschirmspringen)		F historische Vorstellungen (Aristoteles) zur Mechanik mit heutigen Vorstellungen vergleichen
	<b>TEST</b>		

### 1.1.3 zentrale und verbindliche Experimente

- Experimente am Fahrrad (Beleuchtung, Verkehrssicherheit)
- Vielfältige Schülerexperimente am Schaltbrett
- Herstellung (insb. Eichung) eines Flüssigkeitsthermometers
- Sehstrahlhypothese
- Reflexionsgesetz
- Schattenriss, Schattenbilder
- Bau einer Lochkamera
- Geschwindigkeitsmessung (Wackeltiere)



## 1.2.2 Reihenfolge, Dauer, Umfang der Unterrichtsinhalte und Beitrag zum Aufbau prozessbezogener Kompetenzen

Nachdem bereits im Anfangsunterricht der 7. Klassenstufe das Basiskonzept „Energie“ zu Beginn eine wichtige Rolle gespielt hat (Energieformen, Energieketten, Charakter der Energie) soll auch hier zu Beginn dieses Basiskonzept aufgegriffen werden. Der Spezialfall von energetischen Betrachtungen zum Elektromotor dient als roter Faden dieser ersten Einheit. Verschiedene Arten von Elektromotoren sollen betrachtet und bezüglich ihrer Energieketten beschrieben werden. Dabei ist es durchaus sinnvoll, Motoren (als Generatoren) „rückwärts“ zu analysieren und den Nutzen dieser Geräte bewerten zu lassen. Die dann folgenden genaueren Betrachtungen verschiedener Elektromotoren führt unweigerlich zur Betrachtung von Magnetfeldern und ihren Wirkungen. Der weitere Fortgang dieser **ersten Einheit** „**Elektromagnetismus**“ erschließt sich unmittelbar und mündet schließlich in dem Bau eines eigenen Reedkontaktmotors. Hier wird ausdrücklich Wert auf eine technisch saubere und fachkundig angeleitete handwerkliche Arbeit gelegt (Sägen, hämmern, löten, kleben, ...). Der Bau des Motors sollte nicht mehr als 8 Unterrichtsstunden erfordern, ein Teil des Baus kann zu Hause erfolgen. Eine Dokumentation zum Bau ist erforderlich, Vorlagen zur Bewertung liegen Lehrkräften vor. Fokus Physik - Neubearbeitung S. 105 - 106 (<https://www.cornelsen.de/produkte/fokus-physik-neubearbeitung-schulbuch-band-1-9783060107360>) bietet eine Erarbeitung grundlegender Eigenschaften von Magneten anhand dieser Stationsarbeit und Hinführung zum Elementarmagnetmodell. Sie eignet sich daher in besonderem Maße zum Einstieg in das Sachgebiet „Elektromagnetismus“.

Die **zweite Einheit** „**Masse, Dichte, Druck, Auftrieb**“ erweitert die Kompetenzbereiche zum Basiskonzept „Aufbau der Materie“. Gleich zu Beginn bietet sich beispielsweise die Frage nach den Inhalten von undurchsichtigen Dosen an, deren einzige Messwerte in den Angaben zu Volumen und Masse bestehen. Der Aufbau der Materie aus Teilchen und deren Wechselwirkungen zueinander erklären viele Phänomene dieser Einheit. Es muss sorgfältig zwischen Gewichtskraft und Masse unterschieden werden, schlechte Beispiele aus dem Alltag sollten analysiert werden. Die Aspekte „Schwere“ und „Trägheit“ der Masse sollten bearbeitet werden.

Die abschließende **dritte Einheit** „**Bildentstehung und optische Geräte, Farben**“ knüpft nicht unmittelbar an die Basiskonzepte an. Hier wird auf eine Fortsetzung der im 7. Jahrgang vermittelten Kompetenzen geachtet. Die Strahlenoptik wird um die Brechung des Lichts erweitert. Zahlreiche Phänomene können erklärt werden und dienen z.B. der Möglichkeit einer Bewertung der Güte optischer Geräte. Eine deutliche Schwerpunktsetzung ist in den eben aufgeführten optischen Geräten zu sehen. Eine Lochkamera mit einfachem Linsensystem soll gebaut, analysiert und bewertet werden. Bei der Behandlung des Auges ist ein Fächer verbindender Unterricht mit dem Fach Biologie anzustreben. Aus Zeitgründen wird die Farbenlehre nicht verbindlich unterrichtet. Eventuell fehlende mathematische Grundkenntnisse (Strahlensätze, ähnliche Dreiecke, Gleichungsumformungen) werden soweit nötig bereitgestellt. Eine Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik ist sinnvoll.

## Konkretisierungen:

### Kompetenzen

F Fachwissen:	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen
E Erkenntnisgewinnung:	Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
K Kommunikation:	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
B Bewertung:	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

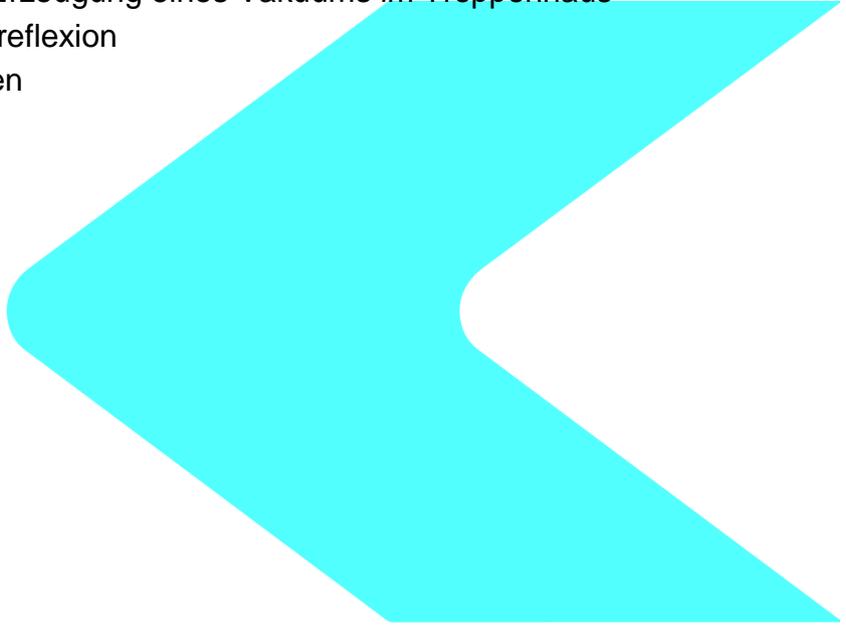
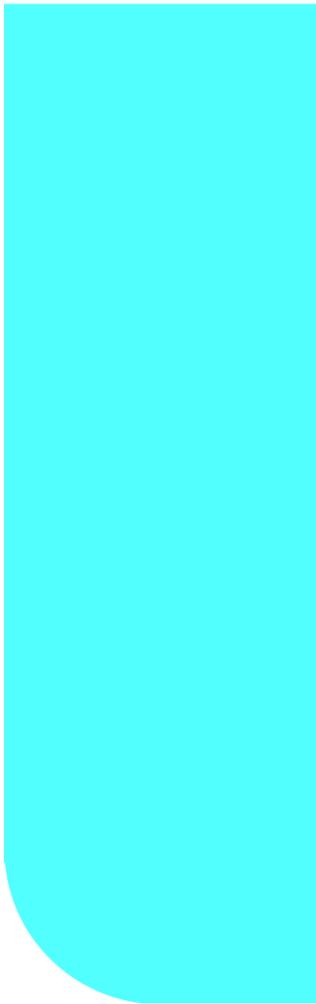
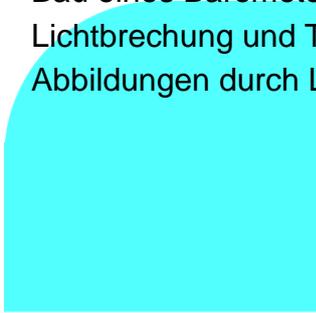
Zeitraum	Inhalte: <b>Elektromagnetismus</b>	Kompetenzen	Differenzierung
13 Wochen	Magnete und ihre Eigenschaften, Magnetfeld, Feldlinienbild, Magnetfeld der Erde	E Beobachten, Phänomene beschreiben E gezielt Experimentieren E, F Phänomene in Zusammenhänge einordnen K Sachtext lesen und wiedergeben	F Vergleich von Kompassen, E Bau von Kompassen
	Modellvorstellung Elementarmagnete Magnete teilen, magnetisieren, entmagnetisieren durch Glühen	F, E Nutzen und Grenzen von Modellvorstellungen kennen	F, E Weißsche Bezirke als Elementarmagnete benennen, Teilchenmodell nutzen
	Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule	F Technische Lösung für vorgegebenes Problem finden und erklären	F Anwendungen: Klingel, Relais bauen
	Magnetfeld eines geraden stromdurchflossenen Leiters, Rechte-Hand-Regel, Richtung des elektrischen Stromes	E Komplizierten Sachverhalt auf einfachen Sachverhalt reduzieren, B Nutzen grundlegender Zusammenhänge erkennen	F Richtung des elektrischen Stroms technisch und physikalisch unterscheiden
	Stromdurchflossener Leiter im Feld eines Permanentmagneten Drehspulmessgerät	E, F Wissen aus zwei Bereichen (Elektrik, Mechanik) zusammenführen und für eine Erklärung nutzen	F Kenntnisse verallgemeinern zu UVW – Regel, Lorentzkraft
	Elektromotor, Bau eines Reedkontakt-Motors <b>TEST</b>	F, K Werkstücke materialgerecht bearbeiten, F Physikalisches Wissen gezielt anwenden, K Arbeitsabläufe dokumentieren, K Funktionsweise des Motors erklären B Bewertung der eigenen Konstruktion / Verbesserungen vorschlagen und durchführen	F Schrittmotor mit Funktionsprinzip und Anwendungen kennen

Zeitraum	Inhalte: <b>Masse, Dichte, Druck, Auftrieb</b>	Kompetenzen	Differenzierung
13 Wochen	Messungen von Masse und Volumen an Körpern verschiedener Materialien Unterschied Masse und Gewichtskraft (Ortsfaktor für verschiedene Orte im Planetensystem) Proportionalität von Masse und Volumen Proportionalitätsfaktor als Materialeigenschaft, Definition der Dichte, Rechnen mit gegebenen Größen Dichte der Luft	E Präzise messen, Ergebnisse protokollieren und graphisch und rechnerisch auswerten, B Alltagsbegriffe kritisieren, F Fachbegriffe akzeptieren und richtig benutzen E Gedanklich die gewohnte Umgebung verlassen, F Rechnen mit Einheiten	F Gleichungen umstellen, falls Kenntnisse im Mathematikunterricht bereitgestellt wurden F Masse über Trägheit einführen E Gesteinsdichten messen B Bewertung der Exaktheit bei der Voraussage von phys. Eigenschaften
	Experimente zum Phänomen Auftrieb Messungen der Auftriebskraft Archimedisches Prinzip Schwimmen, Schweben und Sinken in Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte U-Boot, Schwimmblase von Fischen, Kartesischen Taucher Auftrieb in Luft, Ballonfahrten	E, F Hypothesen bilden zur Abhängigkeit der Auftriebskraft von Messgrößen F Arch. Prinzip konsequent anwenden, richtige Schlüsse ziehen F, K Technische und natürliche Systeme beschreiben, vergleichen und verstehen	E Bau eines Heißluftballons, Betrachtungen zum (bereits 2024 durchgeführten) Projekts eines Wetterballons E Bau eines Kartesischen Taucher Verwendung des Galileo-thermometers
	Druckdifferenz als Antrieb für Fluidstrom Druckdefinition, Einheiten über Stempeldruck Hydraulik, Vergleiche von Kräften auf Kolben und deren Flächeninhalte (Kolbendruck) Bodendruck in Flüssigkeiten	F, E Druckausgleich verallgemeinernd als Beschreibung heranziehen F Technische Systeme mit Hydraulik verstehen	F Druckgradient als Ursache für den Auftrieb erkennen  F Blutkreislauf mit Druckunterschieden erklären
	Luftdruck: Phänomen und Ursache Barometer, Meteorologie und Luftdruck Experimente mit verringertem Luftdruck <b>TEST</b>	F Umweltphänomene beschreiben und erklären E Luftdruck als Bodendruck der schweren Luft erkennen	F Luft atmen, saugen, physikalisch erklären K Historische Barometer (Wasser, Quecksilber) beschreiben

Zeitraum	Inhalte: <b>Bildentstehung und optische Geräte, Farben</b>	Kompetenzen	Differenzierung
13 Wochen	Reflexionsgesetz (soweit nicht in Klasse 7)	Siehe dort	
	Brechung des Lichtes an Grenzflächen Zusammenhang zwischen Einfallswinkel und Ausfallswinkel qualitativ Brechung an Prisma, planparalleler Platte, Totalreflexion, Lichtleitung	F, K Naturphänomene beschreiben und erklären E Messen, Messwerte graphisch darstellen E Aus Graphiken Vorhersagen entnehmen B, F Grenzen eines Modells erkennen, Modell erweitern	F Abhängigkeit der Brechung vom Material kennen E Brechung an verlaufenden Dichtesprünge (Atmosphäre, Salzwasser) beobachten
	Eigenschaft von Sammellinsen: Punkt-zu-Punkt-Abbildung Verlauf von Strahlenbündeln vor und hinter Linsen Linsenformeln geben, Konstruktion von Bildern mit Hauptstrahlen,	F Mathematische Begriffsbildung physikalisch interpretieren E Gezielt Experimentieren, Zusammenhänge zwischen Größen formulieren F Gesetzmäßigkeiten rechnerisch anwenden Nach erkannten Regeln geometrisch konstruieren	F, E Linsenformel mit ähnlichen Dreiecken herleiten F Wirkung von Zerstreuungslinsen kennen E Berechnung von g, b, f, G, B in typischen Beispielen
	Menschliches Auge, biologischer Aufbau Physikalische Funktionen der Bestandteile Linse, Iris, Netzhaut Nahsichtigkeit, Fernsichtigkeit, Alterssichtigkeit, Astigmatismus, Sehtest, Brillen	F Auge als Teil dem Gehirn angeschlossener Sensor erkennen F Biologische und physikalischen Funktion der Bestandteile erkennen, beschreiben und deuten F Augenfehler kennen, auch der eigenen Augen F Sehen als Prozess im System aus Auge und Gehirn erkennen	F Räumliches Sehen verstehen B Optische Täuschungen kennen
	Linsensystem bei der Digitalkamera, Beamer, (OH-Projektor), darin Kondensator  <b>TEST</b>	F Funktion technischer Systeme kennen und beschreiben	F weitere optische Geräte kennen: Mikroskop Linsenfernrohre nach Kepler und Galilei, Spiegelteleskope F, E Astronomische Beobachtungen durchführen F Farben, Spektren kennen

### 1.2.3 zentrale und verbindliche Experimente

- Magnetfeldlinienbilder
- Bau eines Reedkontakt-Motors
- Diverse Experimente zur Dichtebestimmung
- Überprüfung archimedisches Prinzip
- Bau eines Barometers, Erzeugung eines Vakuums im Treppenhaus
- Lichtbrechung und Totalreflexion
- Abbildungen durch Linsen





### 1.3.2 Reihenfolge, Dauer, Umfang der Unterrichtsinhalte und Beitrag zum Aufbau prozessbezogener Kompetenzen

In der **ersten Einheit „Elektromagnetismus“** findet gleich zu Beginn das Basiskonzept „Energie“ seinen bedeutenden Platz! Das simple Beispiel zweier Glühlampen, die bei gleicher Stromstärke eine deutlich unterschiedliche „Energienmenge“ transportieren, wirft die Frage nach einer weiteren, für die Beschreibung des Energietransports bei elektrischen Stromkreisen unerlässlichen physikalischen Größe auf. Der schwierige Begriff der elektrischen Spannung wird über die Analogie eines Wasserstromkreislaufes anschaulich verdeutlicht und gefestigt. Das Energiekonzept trägt weiter bei der Betrachtung von Parallel- und Reihenschaltkreisen (auch nichtelektrische Beispiele), ohne dass hier ein „Rechenkurs“ für Widerstände, Ströme und Spannungen angedacht ist. Es ist möglich, Spannung nur als Antrieb für den Ladungsstrom einzuführen. Das Verständnis des Spannungsteilers ist dann nur eingeschränkt möglich. Eine Teilchenvorstellung benötigen wir zum Abschluss dieser Einheit, bei dem die Ladungsträger, die schon zu Beginn in Klasse 7 thematisiert wurden, als Elektronen „identifiziert“ werden. Erste Phänomene dazu lassen sich nun sinnvoll beschreiben. Die Elektrostatik sollte in diesem Zusammenhang einen festen Platz finden.

Bei der zweiten Einheit „Verkehrssicherheit und Kraft“ wird das zur Verfügung stehende Fahrrad aus dem Anfangsunterricht aufgegriffen und dessen Nutzen als kraftsparendes Fortbewegungsmittel untersucht und beschrieben. Sowohl die Aspekte der Verkehrssicherheit (Kraft und Geschwindigkeitsänderung, Bremswege) als auch technische Anwendungen kraftsparender Maschinen werden behandelt. Bei der Berechnung der Energie wurde bereits festgestellt, dass die wirkende Richtung der Kraft eine wesentliche Rolle spielt, so dass nun ein erster Eindruck von Vektoren (als Kraftpfeile) entstehen soll. Möglichst konsequent sind t-v-Diagramme zu nutzen, es ist mit möglichst wenigen Formeln auszukommen!

Wie könnte sich das moderne Wohnhaus zu Zeiten des Klimawandels und immer knapper werdender Rohstoffe sinnvoll gestalten? Kann man in jedes Haus eine Wärmepumpe einbauen? Welche Dämmmaßnahmen sind wie sinnvoll? Wie kann eine Photovoltaikanlage das Energiekonzept der Immanuel-Kant-Schule Neumünster unterstützen. Diese und vielfältige weitere Aspekte leiten durch die **vierte Einheit „Temperatur, Wärme, Klimaänderung“**. Der Energiebegriff – sowohl qualitativ als auch quantitativ eingebracht - übernimmt nachvollziehbarerweise die tragende Rolle dieser Einheit. Wegen fachlicher Bedenken wird der Strahlungshaushalt der Erde nicht in einem Widerstandsmodell beschrieben.

In der Klassenstufe 9 soll eine einstündige Klassenarbeit geschrieben werden. Hier bietet sich z.B. das zeitlich das Ende des Themas „Verkehrssicherheit und Kraft“ an.

## Konkretisierungen:

## Kompetenzen

F Fachwissen: Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

E Erkenntnisgewinnung: Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

K Kommunikation: Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

B Bewertung: Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Zeitraum	Inhalte: <b>Elektromagnetismus</b>	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wochen	Einführung der Spannung als Energie pro transportierte Ladung; Einheit Volt Beispiele für gebräuchliche Werte	F Definitionen und Einheiten für Ladung, Ladungsstromstärke, F elektrische Spannung kennen und in einfachen Aufgaben berechnen	E, K, B Andere Stromstärken kennen lernen und damit rechnen
	Spannung als Antrieb für den elektrischen Strom	E Wirkung unterschiedlicher Spannungen einer Ladungspumpe vorhersehen	E, B Analoge Systeme kennen und interpretieren, F Potenzialbegriff zur Beschreibung einsetzen
	Knoten- und Maschenregel	F Knoten- und Maschenregel kennen E Regeln auf Bilanzen für Ladung und Energie zurückführen, F Regeln auf verzweigte Schaltkreise anwenden	F, E Innenwiderstand von Messgeräten berücksichtigen, Schaltkreise mit verzwickter Topologie berechnen
	Elektrischer Widerstand Parallel- und Serienschaltung	F Definition des Widerstandes mit Einheit Ohm kennen, E, K Kennlinien von Bauteilen messen und Widerstand in Abhängigkeit von der Spannung beschreiben F, E Spannungsteiler verstehen und kennen	E Sensoren als Bauteile mit beeinflussbarem Widerstand kennen, z.B. LDR; Messbereiche von Drehspulinstrumenten verändern, B, K Ergebnisse vorstellen
	Nichtelektrische Stromkreise	K, B Verhalten eines Flüssigkeitskreislaufs (z. B. Blutkreislauf) in Analogie zum Ladungsstromkreis interpretieren	E Weitere angetriebene Kreisläufe beschreiben
	Modellvorstellung des elektrischen Stroms Elektronen Glühlampe Elektronenstrahlröhre	F, E Elektronen als Ladungsträger und ihr Verhalten in Leitern und Isolatoren kennen, F Grundaussagen der Elektrostatik kennen und zur Erklärung von Phänomenen nutzen, Verhalten einer Röhrendiode erklären	B, K Verhalten von Elektronen in Halbleitern beschreiben und Erkenntnisse vorstellen
	<b>TEST oder KLASSENARBEIT</b>		

Zeitraum	Inhalte: <b>Verkehrssicherheit und Kraft</b>	Kompetenzen	Differenzierung
9 Wochen	Kraft und Geschwindigkeitsänderungen pro Zeit, Masse	F Beschleunigung definieren, E t-v-Diagramme aufnehmen und interpretieren, F,E $F = m \cdot a$ aus Experimenten ermitteln, F Trägheit und Schwere als Eigenschaften von Masse kennen K Vorgänge damit beschreiben und unterscheiden	F,K Komplizierte t-v-Diagramme interpretieren, F, E Kräfte aus t-v-Diagrammen ermitteln
	Bremsweg und Bremskraft Sicherheit und Trägheit	F Wege, speziell Bremswege in t-v-Diagrammen identifizieren und quantitativ ermitteln, E Abhängigkeit des Bremswegs von Anfangsgeschwindigkeit und Bremsbeschleunigung aus t-v-Diagramm ermitteln und nutzen, F auftretende Kräfte bei kurzen Bremswegen abschätzen, B Wirkung von Gurt und Knautschzone beim Pkw kennen	F s(t) für gleichmäßig beschleunigte Bewegung herleiten und anwenden  B Simulationen von Verkehrsunfällen kennen, K Folgen von Unfällen realistisch einschätzen
	Die Energie $E = F_s \cdot s$ Richtung von Kraft und Weg Einheit der Energie typische Werte	F, K Begriffsbildung der mechanischen Arbeit kennen und begründen, F Begriffe Arbeit und Energie, Einheit Joule kennen, F Arbeit in einfachen Vorgängen berechnen, speziell Hubarbeit und Beschleunigungsarbeit	F Anwendungen des Prinzips der einfachen Maschinen in vielfältigen technischen Anwendungen F, B, K Term für kinetische Energie, Bedeutung für Verkehrsunfälle
	Vektoreigenschaft der Kraft	F Richtung und Betrag der Kraft unterscheiden, E Kräfte graphisch vektoriell addieren, E Kräfte in Komponenten zerlegen, die teilweise kompensiert werden (Kräfte an Fahrzeugen auf der schiefen Ebene)	E Verhalten von bewegten Körpern unter dem Einfluss von Kräften kennen, die nicht in Bewegungsrichtung wirken
	<b>TEST oder KLASSENARBEIT</b>		

Zeitraum	Inhalte: <b>Temperatur, Wärme, Klimaänderung</b>	Kompetenzen	Differenzierung
14 Stunden	Temperaturen in T in °C und K, Temperaturdifferenz und Wärme einfache quantitative Beispiele zum Fließgleichgewicht	F Temperaturerhöhung durch Wärmezufuhr quantitativ beschreiben, F, E dazu spez. Wärmekapazität kennen und nutzen F, E Wärmeleitung: Energiestromstärke prop. Temperaturdifferenz, F,E,B Temperatur über Zeit bei Abkühlung	E Modell-Experiment zum Zufallsantrieb durchführen E Materialien untersuchen: Wärmekapazitäten und k-Werte messen
	Wärmewiderstand (halbquantitativ) Werte für ausgewählte Stoffe und konkrete Bauelemente	F Wärmedurchgang durch Schichten mit gegebenem k-Wert ausrechnen können, B, K Wirkung von Wärmedämmung quantitativ einschätzen, unterschiedliche Dämmmaterialien kennen	E Schulgebäude untersuchen, k-Werte ermitteln (Neubauten!), B Heizenergiebedarf abschätzen, B, K Privathäuser untersuchen und darüber berichten
	Wärmewiderstand für Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge	F IR-Strahlung und sichtbares Licht unterscheiden E Absorptionsverhalten von CO <sub>2</sub> für IR-Strahlung kennen	F, E Experimente zum Treibhauseffekt, Planck-Strahlungsgesetz qualitativ B Wirkungen anderer Treibhausgase kennen
	Die Oberflächentemperatur der Erde im Fließgleichgewicht, aktuelle Bezüge <b>TEST oder KLASSENARBEIT</b>	F, E Nulldimensionales 2-Box-Klimamodell ohne Konvektion kennen und qualitativ beschreiben, B Veränderungen bei Erhöhung der IR-Absorption der Atmosphäre begründen können, Folgen einer Klimaänderung kennen und einschätzen	F Konvektion einbeziehen, B regionale Unterschiede kennen, B Rückkopplungen kennen, B Klimaszenarien kennen

### 1.3.3 zentrale und verbindliche Experimente

- Spannungsmessungen, Knoten- und Maschenregel
- Messungen mit der Luftkissenfahrbahn
- Aufnahme von Bremswegen
- Messungen mit Federkraftmessgeräten
- Messung der Wärmemengen, Vorhersagen
- Aufnahme von Wärmewiderstandswerten
- Experimente zum Treibhauseffekt



## 1.4.2 Reihenfolge, Dauer, Umfang der Unterrichtsinhalte und Beitrag zum Aufbau prozessbezogener Kompetenzen

Die Energieversorgung in Deutschland steht in dieser **ersten Einheit „Versorgung mit elektrischer Energie“** im Fokus. Gerade der Einstieg sollte sich nicht nur auf die elektrische Energieform konzentrieren, sondern eine Betrachtung aller Energieformen im Zusammenspiel darlegen. Ein Vorgriff des Beginns der dritten Einheit dieses Schuljahres ist möglich. Als eine der wertvollsten Energieformen rückt aber schließlich die elektrische Energie in den Fokus. Möglichkeiten des Transports sowie Möglichkeiten der Speicherung stehen ebenso im Mittelpunkt, wie das Wechselspiel zwischen den Energieumwandlern Motor und Generator. Hier kann gut der in Jahrgangsstufe 8 gefertigte Reedkontaktmotor aufleben. Das Basiskonzept Energie bleibt tragend, sowohl bei der Betrachtung des Energietransports als auch z.B. bei der Betrachtung der Lenzschen Regel.

Der Name der **zweiten Einheit „Kernenergie“** weist auf die Bedeutung des Basiskonzepts Energie hin. Bereits in der ersten Einheit dieses Jahrganges wurde als Energieform die Kernenergie aufgenommen, ohne jedoch näher erklärt zu werden. Das kann nun nachgeholt werden. Eine genauere Betrachtung von Kernprozessen integriert das Basiskonzept des Aufbaus der Materie als Teilchen und festigt das Verständnis von atomaren Strukturen. Nutzen, Chancen und Gefahren der Kernenergie sollten auf einer gut ausgearbeiteten theoretischen Grundlage mit genügend Zeit diskutiert und bewertet werden können. Eine Referatsreihe ist möglich, allerdings wird ausdrücklich auf die Schwierigkeit der Bewertung von KI generierten Referaten hingewiesen. Sinnvoller scheinen eine Analyse und Bewertung von mit KI erzeugten Dokumenten zu den vielfältigen Themen dieser Einheit. An dieser Stelle sollte fortlaufend eine Reflektion der aktuell dominierenden Technik zur Energieversorgung stattfinden. Eine Schwerpunktverschiebung weg von der Kernenergie zur Energieversorgung ist ggf. sinnvoll, vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der Kernenergie bleiben aber sicher bedeutsam. Eine Zusammenarbeit mit dem Fach Chemie ist vorgesehen.

Die abschließende **dritte Einheit „Energieverbrauch und Energieerhaltung“** stellt das thematische Ende des Physikunterrichts der Mittelstufe dar. Die zu Beginn auf Deutschland bezogenen Betrachtungen der Energieversorgung sollen nun auf den Raum Neumünster übertragen und genauer betrachtet werden. Eine Exkursion zu lokalen Energieversorgern (Heizkraftwerk der Stadt NMS) ist möglich. Ein Überblick über lokale Gegebenheiten, eine Betrachtung der politischen Lage und die im Unterricht gelegten physikalischen Grundlagen sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, qualifiziert die gegenwärtige und zukünftigen Situation zur Energieversorgung darzustellen, zu analysieren und schließlich zu bewerten.

In der Klassenstufe 10 soll eine einstündige Klassenarbeit geschrieben werden. Die unterrichtende Lehrkraft legt Termin und Inhalt fest.

## Konkretisierungen:

### Kompetenzen

F Fachwissen: Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

E Erkenntnisgewinnung: Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

K Kommunikation: Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

B Bewertung: Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Zeitraum	Inhalte: Versorgung mit elektrischer Energie	Kompetenzen	Differenzierung
6 Wo	- Grundversuche zur Induktion Historische und aktuelle Aspekte Magnetfeldänderungen durch Bewegung der Elektromagnete	F Bedingungen für Induktion kennen F, E Induktion auf Lorentzkraft zurückführen F, E Mit Lorentzkraft unterschiedliche Experimente erklären F Zeitlichen Verlauf der Spannung am Generator erklären	F Induktion mit dem Begriff „magnetischer Fluss“ beschreiben F verschiedene Generatortypen kennen und ihre Funktionsweise erklären können B Bedeutung der Induktion für die persönliche Lebensqualität einschätzen können
	- $U_{\text{ind}} \sim$ Magnetfeldänderung pro Zeit bei stückweise linearen Änderungen Konstruktion des zeitlichen Verlaufs von B aus den Messergebnissen von U	F, K Proportionalität zwischen Änderungsrate des Magnetfeldes und Induktionsspannung kennen und mit Lorentzkraft plausibel machen	F, K Lenzsche Regel kennen und zur Erklärung an Beispielen anwenden können
	- Elektrische Energieübertragung	F, E Energiestromstärken in Parallel- und Reihenschaltungen berechnen können F Technische Anwendungen verstehen und ... B bewerten	K Informationen über die Versorgung mit elektrischer Energie sammeln und vortragen

<p>- <math>P = U \cdot I</math>, <math>E = U \cdot I \cdot t</math>,          Transformatoren bei der Energieübertragung  <math>P = R \cdot I^2</math>          Hochspannung</p> <p><b>TEST oder KLASSENARBEIT</b></p>	<p>F Funktion des Transformators kennen          Zeitlichen Verlauf der Sek.-Spannung aus          Verlauf der Primärstromstärke vorhersagen          B Analyse und Bewertung der aktuellen          Situation und Planung zur Energieversorgung in          Deutschland</p>	<p>B Ausbau des Hochspannungsnetzes          anlässlich der Energiewende          einschätzen          F Vorgänge am belasteten Trafo          erklären können</p>
--	--	--

Zeitraum	Inhalte: Kernenergie	Kompetenzen	Differenzierung
10 Wo	- Nachweis radioaktiver Strahlung Geschichte der Kernphysik Entwicklung der Kernenergienutzung	F verschiedene Nachweismethoden kennen E historische Forschungsmethoden kennen B Interessen der Kernenergienutzer kennen	K Forschungsgeschichte erarbeiten, hist. Exp. nachmachen und vortragen
	- Abschirmung von Strahlung, Absorptionsgesetz, Strahlungsarten Kernbausteine p, n, e	E, F Absorptionsversuche als Diagnoseverfahren kennen, Ergebnisse deuten E Betastrahlung im Magnetfeld ablenken, Kenntnisse über Lorentzkraft nutzen	F Absorption mit verschiedenen Materialien messen F Quarks als Bestandteile der Nukleonen nennen
	- Natürlicher Zerfall Kernkräfte Massenzahl, Kernladungszahl, Isotope Konstante Zerfallsrate bei $N = \text{const.}$ Zerfallsgesetz	F Zusammenhang zwischen Bestand und Abnahmerate kennen und anwenden F, K Begriffe und Fachsprache anwenden B, F Zufall als "Ursache" kennen, akzeptieren B, F rad. Belastungen abschätzen können	F, K Umweltradioaktivität messen, einschätzen, berichten F, E natürliche Zerfallsreihen kennen, Halbwertszeiten angeben F Mutter-Tochter-Zerfälle bilanzieren
	- Kernwaffen Ungeregelte Kettenreaktion Gefahren	F Funktionsweise und Folgewirkungen kennen E Modellexperimente zu Kettenreaktion kennen B Analyse und Bewertung der aktuellen Bedrohungslage, gerade auch durch Kernwaffen	F, K Geschichte der Kernwaffentechnik berichten
	- Kernkraftwerk Geregelte Kettenreaktion Energiebereitstellung in Abhängigkeit von den regionalen Ressourcen Entsorgung der Spaltprodukte Risiken und Chancen	F Typen von Kernkraftwerken kennen und unterscheiden, Funktion und Sicherheitsmaßnahmen kennen B Entsorgungsproblematik kennen	K Reaktorunfälle dokumentieren und berichten K Kernenergienutzung global erarbeiten und darstellen
	- Die Sonne als Fusionsreaktor Risiken und Chancen	F Fusionsprozess (pp-Kette) mit Energieumsatz kennen, E Solarkonstante messen, Nutzung von Sonnenenergie quantitativ einschätzen	F, K über Fusionsreaktoren berichten F, K Regenerative Energieprozesse kennen und einschätzen

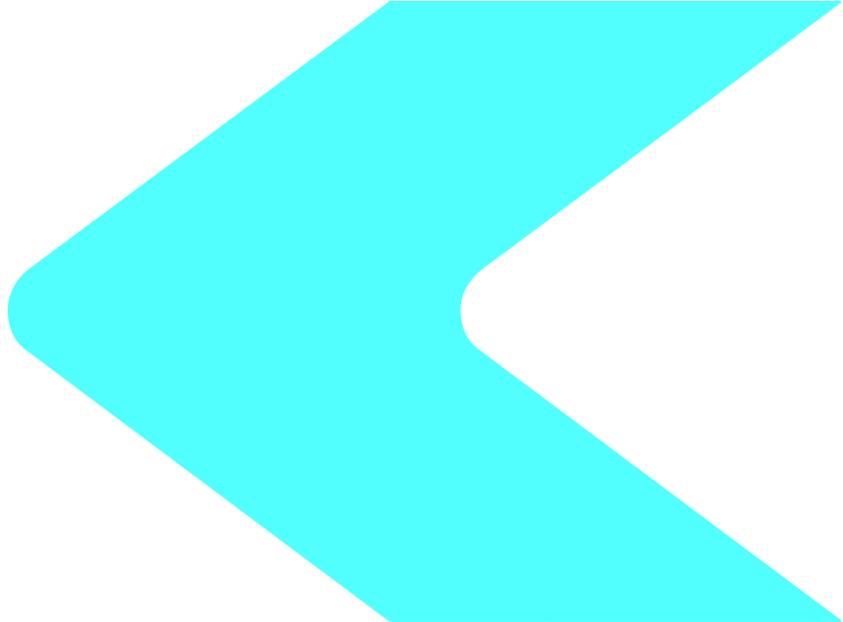
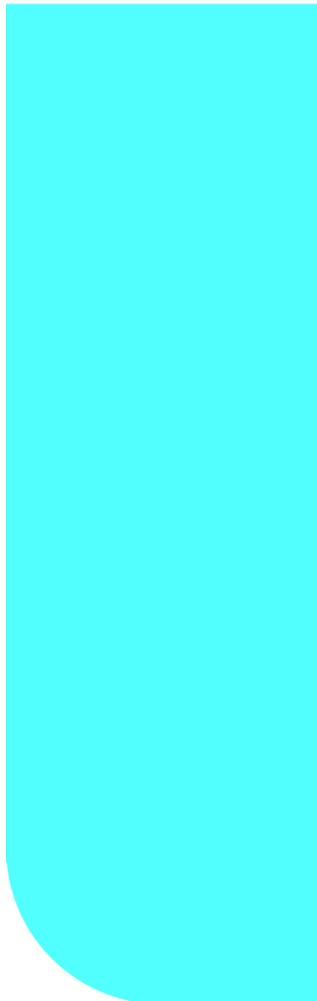
	<p>- Biologische Strahlenwirkung Medizinische Diagnose Bestrahlung eines Tumors Sterilisierung, z. B. von Lebensmitteln</p> <p><b>TEST oder KLASSENARBEIT</b></p>	<p>F Strahlenwirkung, Grenzbelastungen kennen B Nutzen und Risiken abschätzen</p>	<p>K Verfahren der Strahlenmedizin erarbeiten und darstellen</p>
--	---	---	--

Zeitraum	Inhalte: Energieverbrauch und Energieerhaltung	Kompetenzen	Differenzierung
8 Wo	- Quantitative Betrachtungen zu Energieumwandlungen ausgewählte Energieumwandlungen Quantitative Beispiele der lokalen Energieversorgung	F, E Energieumsätze messen, Wirkungsgrade berechnen B Effizienz technischer Systeme vergleichen	B Energieumsätze im Umfeld der SuS quantitativ darstellen und berichten
	- Wärmeenergie Wärmekapazität von Wasser	F, E Wärmekapazitäten messen und damit rechnen können	B Energieumsatz beim Heizen zu Hause kennen
	Energiespeicherung und lokaler Energiemangel in physikalischen, chemischen und biologischen Systemen	F, E natürliche und technische Energiespeichersysteme kennen B Bedeutung der Energiespeicherung im Alltag einschätzen können	K E-Speichersysteme für die lokale und regionale Energieversorgung erarbeiten und berichten
	- Energietransport und Antrieb Fehlender Antrieb oder fehlende Umsetzer bei Energiemangel	F, E Energietransportsysteme kennen, Ursachen des Energiestroms nennen, Energiestromstärken messen	
- Gegenwärtige Situation der Energieversorgung Quantitative Angaben zum lokalen und globalen Energieumsatz	F, E, K persönlichen Energieumsatz aus Datensätzen quantitativ ermitteln, nach Bereichen differenzieren	F, E Energieumsätze regional und global ermitteln, nach Bereichen differenzieren, zeitliche Entwicklung kennen	
- Konsequenzen für das lokale und globale Klima Klimaprognosen	B Einsparmöglichkeiten erkennen und umsetzen F, B Klimaproblem und Lösungsansätze kennen	B Politische Aktivitäten zum Klimaproblem einschätzen	
	<b>TEST oder KLASSENARBEIT</b>		

Vereinbarungen: Das Thema eignet sich besonders gut für Schülerreferate. Es wird empfohlen, dass jede Schülerin und jeder Schüler mindestens ein Referat in diesem Themenbereich erarbeitet und vorträgt.

### 1.4.3 zentrale und verbindliche Experimente

- Leiterschaukel
- Transformator
- GMZ
- Abschirmung von Strahlung
- Zerfall
- Wärmekapazität



## 1.5 Oberstufe: grundlegendes Anforderungsniveau

### 1.5.1 Übersicht eingesetzter Lehrkräfte im jeweiligen Schuljahr

Schuljahr	Kurs und Lehrkraft (ggf. unterrichtete Schiene im Kombikurs)			
2020 / 21	E: Dw	Q1/Q2: Km (QB)		
2021 / 22	E: Dw	Q1/Q2: Km (QA)		
2022 / 23	E: Fis	Q1/Q2: Km (QB)		
2023 / 24	E: f. a.	Q1/Q2: Km (QA)		
2024 / 25	E: Ki, Ri	Q2: Km (nur Q2 mit QB)		
2025 / 26	E:	Q1/Q2:		

## 1.5.2 Curriculum SEK II für das **grundlegende** Fach Physik als Kombikurs in Q1 / Q2

Bemerkungen: geplant als durchgehend 3-stündiger Kurs

### 1.5.2.1 Einführungsphase:

Neben den in den Fachanforderungen aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen (Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, und Gesetzmäßigkeiten erwerben, Wiedergeben und nutzen) wird hier eine Zuordnung der nachfolgend aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen:

- E: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen), Sachkompetenz
- K: Kommunikation (Informationen fach- und sachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren)
- B: Bewertung und Reflexion (Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten)

In der Differenzierung werden unterrichtliche Aspekte zum Erreichen der Kompetenzen näher erläutert.

**Bemerkung: Da in einigen Profilen der gA – Physikunterricht bereits nach der Einführungsphase abgewählt werden kann, soll im Unterricht von E auf ein breiteres Spektrum der behandelten Themenbereiche Wert gelegt werden. Inhalte werden teilweise, auch in Hinblick auf ein späteres mündliches Abitur wiederholend und vertiefend in der Qualifikationsphase aufgegriffen.**

Jahrgang	Thema: Grundlagen der Physik I und II	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	
E1	gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungsgleichungen, nur geradlinig	E: Messen und Auswerten durch Darstellungen in entspr. Diagrammen, Nutzen einer Tabellenkalkulation K: Fehlerbetrachtungen und Messungenauigkeiten interpretieren	Einstiege z.B. über U. Boldt WR-Lauf (Video und Zeitungsbericht), Kugeln auf Fahrbahnen, Aufsteigende Luftblasen untersuchen Bezüge zur Mathematik: durchschn. und Moment. Änderungsrate  verbindlich: digitale Messwertaufnahme (z.B. Tracker) als SuS-Übung nutzen	Themengebiet: Kinematik und Dynamik
	freier Fall und waagerechter Wurf	E: quadratische Gleichungen und einfache Gleichungssysteme nutzen	Ev. quadr. Gleichungen wiederholen, <u>keinen</u> Mathekurs anbieten!	

	Trägheitsprinzip Reibungskraft	E: Trägheit als Körpereigenschaft, Newtonsche Axiome K+B: Reibungsverluste, Ungenauigkeiten bei den Messungen, Verbesserungen		
	Impuls, Energien als Erhaltungsgrößen	E: Einzelenergien und Gesamtenergie im Bezug K: Verlustenergien, Perpetuum Mobile B: Möglichkeiten des „Energiesparens“	Feder und Fadenpendel, weitere Lebensweltbezüge	
	Mechanische Schwingungen und Wellen: Schwingungs- und Wellengrößen	E: harmonische Schwingung, trig. Funktionen K: Phasendifferenz, Dämpfung, unelastische Feder, ...	Verbindung zur Projektion einer gleichmäßigen Kreisbewegung	
<b>E2</b>	Interferenzen von monochromatischem Licht, Zweistrahlinterferenz  kein Einzelspalt!!	E: Prinzip der Berechnung von Gangunterschieden kennenlernen, daraus Kriterien für Intensitätsmaxima/ minima ableiten Nutzen von Näherungen kennenlernen K: Darstellung von Ergebnissen bei Parametervariationen (e, d, l) B: Ungenauigkeiten bei Herleitungen diskutieren, bewerten und Alternativen entwickeln (z.B. Kleinwinkelnäherung)	Drei Beispiele von oben aufgreifen Verschiedenfarbige monochromatische Laser nutzen, Exp.: Überlagerung der Elongationen zweier mechanischer Pendel	Themengebiet: Licht als Welle
	Farbe und Wellenlänge bei Licht	E: Farbe ~ Wellenlänge bzw. Frequenz, Spektrum des Lichts als Teil des elektro.-magn. Spektrums, sichtbarer Anteil K: Wahrnehmen von Licht, Rot-Grünblindheit, Bezüge zur Tierwelt	Hg-Dampflampe nutzen, vielfältige Beispiele anbieten, Dioden	

## 1.5.2.2 Qualifikationsphase

### 1.5.2.2.1 Überblick über die Schienen

Bem: Es wird Physik auf gA in Q als Kombikurs Q1/Q2 unterrichtet, d. h. es wird jedes Jahr abwechselnd mit QA1 bzw. QB1 begonnen.

QA		QB	
QA1 (1. Halbjahr)	QA2 (2. Halbjahr)	QB1 (1. Halbjahr)	QB2 (2. Halbjahr)
<b>Thema: Schwingungen und Wellen</b>	<b>Thema: Atommodelle</b>	<b>Thema: Teilchen und Quanten</b>	<b>Thema: Einführung in die Quantenphysik</b>
Vielstrahlinterferenz, Spektren Schwingungen und Wellen: charakt. Größen, Faden-, Federpendel Schwingungsgleichungen Long. und Transversalwellen Doppler (nur qualitativ) stehende Wellen Resonanz falls möglich: Töne	Kreisbewegungen Atommodelle, Emission – Absorption Franck-Hertz-Versuch, Rutherford, Bohr und Grenzen, Linienpektren Energieniveaus des Wasserstoffatoms, Atommodell d. Quantenphysik	Elektr. Ladung und elektr. Felder (homogenes und radialsymmetrisches Feld), <i>Elektronen:</i> Elementarladung, Auf- und Entladevorgänge am Kondensator qualitativ, Millikan, Coulomb, Hall, Elektronenstrahlableitkröhre, e/m, Fadenstrahlrohr	... Energie, Masse, Impuls von Photonen Quantenobjekte (Doppelspalt- Simulationen, Taylor, Elektronenbeugung, de Broglie, z.B. milq-München)
	(Q2-Abjahrgang geht früher!) spezielle Relativitätstheorie Strahlungsphysik der Sonne (Schnupperkurs)	---	(Q2-Abjahrgang geht früher!) spezielle Relativitätstheorie Strahlungsphysik der Sonne (Schnupperkurs)
		<i>Photonen:</i> Photoeffekt, Plancksches WQ, Umkehrung, <u>kein</u> : Röntgenstrahlung, Bragg und Compton mehr	

### 1.5.2.2 Zuordnung der prozessbezogenen Kompetenzen und Differenzierung

Neben den in den Fachanforderungen aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen (Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, und Gesetzmäßigkeiten erwerben, Wiedergeben und nutzen) wird hier eine Zuordnung der nachfolgend aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen:

- E: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen)
- K: Kommunikation (Informationen fach- und sachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren)
- B: Bewertung und Reflexion (Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten)

In der Differenzierung werden unterrichtliche Aspekte zum Erreichen der Kompetenzen näher erläutert.

#### Schiene QA:

QA					
QA1 (1. Halbjahr)			QA2 (2. Halbjahr)		
Thema: Schwingungen und Wellen	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	Thema: Atommodelle	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung
Vielstrahlinterferenz, Spektren (Ergänzung aus E)	E: Theorie zum Gitter K: Parameter-auswirkungen diskutieren	Gruppenarbeit zu versch. Gittern nutzen	Kreisbewegungen Atommodelle, Emission – Absorption	E: Grundgrößen E: Schalenmodell, Elektronensprünge K: Grenzen des AM	Kurze Einführung NaCl-Licht durch NaCl-Flamme
Schwingungen und Wellen: charakt. Größen, Faden-, Federpendel Schwingungsgleichungen	E: Projektion einer Kreisbewegung für Darstellung $y(t)$ nutzen K: Messungenauigkeiten darlegen und... B: Bedeutung für phys. Aussagen bewerten	Schattenwurf einer rotierenden Kugel Cassy vielfältig einsetzbar	Franck-Hertz-Versuch, Rutherford, <u>falls machbar</u> : Bohr und Grenzen, Linienspektren	E: Quantisierung K+B: Wert versch. Atommodelle E: Spektrum der Hg-Dampf-Lampe E: Bohrsches AM K: Mehrelektronensysteme machbar?	Aufnahme: Cassy nutzen  Ev. Fraunhofer, Licht von Dioden Nur grundlegende Rechnungen
Long. und Transversalwellen	E: Klassifizierung erkennen K: Schallwelle als Übertragung von Information erkennen	Ultraschallsonografie, Fledermaus, Vorbeifahrten, Ortungen, ...	Energieniveaus des Wasserstoffatoms,  Atommodell d. Quantenphysik	E: reduzierter Potentialtopf K: Sinn der Reduzierungen B: anschauliche Interpretationen der Lösungen der Schrödingergleichung	Keine DGL analytisch lösen  Ev. Pauli-Prinzip, Periodensystem
Doppler (nur qualitativ) s.u.	E: Betrachtung von Bezugspunkten, Auswertung von Formeln, mediz. Nutzen				

stehende Wellen	E: Interferenz gegenläufiger Wellen nach Reflexion aufgreifen K: Resonanzfall bei steh. Wellen, Resonanzkatastrophen B: Gefahren bei Resonanzkatastrophen	Mikrowellen nutzen,	<b>Schnupperkurs:</b> Q2-Abijahrgang geht früher!) z.B. hier: spezielle Relativitätstheorie (oder: Strahlungsphysik der Sonne, siehe QB)	E: Relativitätsprinzip, Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Gleichzeitigkeit, „bewegte Lichtuhr“, Zeitdilatation, Inertialsysteme, Minkowski-Diagramme, Lorentzkontraktion, Zwillingsparadoxon	Nutze div. Animationen, z.B. von leifi-Physik, Einsatz GeoGebra sinnvoll, siehe auch Lehrbuch
Resonanz	B: Gefahren bei Resonanzkatastrophen				
Töne ( <u>falls machbar</u> )	E: Grundgrößen (Lautstärke, Tonhöhe), Klangfarbe K: Tonwahrnehmung beim Menschen B: Auswirkung von Tönen auf menschl. Gesundheit	Einheit Tonanalyse / Synthese (Km) nutzen			

## Schiene QB:

QB					
QB1 (1. Halbjahr)			QB2 (2. Halbjahr)		
Thema: Teilchen und Quanten	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	Thema: Einführung in die Quantenphysik	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung
<p>Elektronen: elektrische und magnetische Felder,</p> <p>Elementarladung, Millikan,</p> <p>Coulomb,</p> <p>Auf- und Entladevorgänge am Kondensator Hall,</p> <p>Elektronenstrahlableitrohre, e/m, Fadenstrahlrohr</p> <p>s.u. Photonen: Photoeffekt,</p>	<p>E: Feldbegriff, allgemeingültige Feldstärkedefinition als Kraft pro „Eigenschaft des Probekörpers“</p> <p>K: Alltagserfahrungen von Ladungszuständen und mögliche bewegliche positive Ladungen diskutieren</p> <p>E: quantisierte Größe erkennen</p> <p>D: Fehlerquellen Millikan</p> <p>E: Kräfte durch Punktladungen</p> <p>E: B~U zur B-qualitativ</p> <p>Feldstärkemessung</p> <p>K: B-Sonde im Raum richtig ausrichten</p> <p>E: Superpositionsprinzip kennenlernen und anwenden, Naturkonstanten ermitteln</p> <p>B: Wert von Naturkonstanten</p> <p>E: lichtel. Effekt als Nachweis für die Quantenvorstellung bei</p>	<p>Feldlinienbilder durch Grieskörner in Öl darstellen</p> <p>Millikanversuch als Stationenarbeit</p> <p>Keine Herleitung zu Hall</p> <p>Vielfältige Experimente nutzen</p> <p>Ev. Massenspektroskop</p> <p>Themenwechsel!!</p> <p>Ev. MILQ-Lehrgang nutzen</p>	<p>... Energie, Masse, Impuls von Photonen Quantenobjekte</p> <p>Doppelspalt-Simulationen, Taylor,</p> <p>Elektronenbeugung,</p> <p>de Broglie, z.B. MILK-München)</p> <p><b>Schnupperkurs:</b> (Q2-Abijahrgang geht früher!) z.B. hier: Strahlungsphysik der Sonne (oder spezielle Relativitätstheorie, siehe QA)</p>	<p>... E: Licht als Energiepaket</p> <p>D: Wesen der Quantenvorstellung, Schrödingers Katze</p> <p>Gleichzeitigkeit der Wellen- und Teilchenvorstellung</p> <p>E: <math>\lambda</math>-Bestimmung durch verschiedene Auswertungsmethoden, Überprüfung der dB-Wellenlänge</p> <p>D: Wellenlängen bei beliebig massereichen Körpern</p> <p>B: Auswirkungen von Interferenzphänomenen auf Lebenswelt</p> <p>E: Grundlagen unseres Planetensystems, Teleskoparten, Bewegung der Gestirne, Kopernikus und Ptolemäus, Planetenbahnen, Keplersche Gesetze, unsere Sonne, elektromagn. Strahlung – Spektrum der Sonne, Strahlungsgesetze, exp. Bestimmung der Oberflächentemperatur, Rotation der Sonne,</p>	<p>... Ev. Interferometer präsentieren und Einstieg in MILQ erleichtern</p> <p>Hauseigene Teleskope nutzen, diverse Animationen nutzen, Gärtnerkonstruktion durchführen, Strahlungsgesetze experimentell zeigen, Exp. zur Oberflächentemperatur der Sonnen, Sonnenflecken: Rotationsdauer</p>

<p>Plancksches Wirkungsquantum <math>h</math>,</p> <p>Umkehrung lichtel. Effekt nicht mehr: Röntgenstrahlung , Bragg , ...</p>	<p>Licht, Begriffe Intensität und Energie unterscheiden E: Steigung einer linearen Funktion als Naturkonstante interpretieren K: Variationen des Anodenmaterials</p> <p>möglich</p>	<p>Anschluss Mathematik: <math>y=mx+b</math></p>		<p>Energieerzeugung der Sonne, Helligkeit von Sternen, HRD, Leben und Sterben von Sternen (im HRD), etc.</p>	
--	---	--	--	--	--



### 1.5.3.1 Reihenfolge, Dauer, Umfang der Unterrichtsinhalte und Beitrag zum Aufbau prozessbezogener Kompetenzen, **Bezüge zum affinen Fach Informatik**

#### 1.5.3.1.1 Einführungsphase

Neben den in den Fachanforderungen aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen (Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, und Gesetzmäßigkeiten erwerben, wiedergeben und nutzen) wird hier eine Zuordnung der nachfolgend aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen:

- E: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen), Sachkompetenz
- K: Kommunikation (Informationen fach- und sachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren)
- B: Bewertung und Reflexion (Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten)

In der Differenzierung werden unterrichtliche Aspekte zum Erreichen der Kompetenzen näher erläutert.

Profilgebend PHYSIK , 3-stündiger Unterricht, Zentralabitur				
Jahrgang	Inhalte	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	Themengebiet: Mechanik
E1 (1. Hbj) (15 Wo)	Bewegungsgleichungen, Geschwindigkeit, gleichf. und gleichmäßig beschleunigt	E: Messen und Auswerten durch Darstellungen in entspr. Diagrammen, Nutzen einer Tabellenkalkulation K: Fehlerbetrachtungen und Messungenauigkeiten interpretieren B: Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bewegungsabläufe	Einstiege z.B. über U. Boldt WR-Lauf (Video und Zeitungsbericht), Kugeln auf Fahrbahnen, Aufsteigende Luftblasen untersuchen Eigene Aufnahmen per Video nutzen und auswerten Bezüge zur Mathematik: durchschn. und moment. Änderungsrate	
	Waagerechter Wurf, freier Fall	E: quadratische Gleichungen und einfache Gleichungssysteme nutzen B: Folgen der Luftreibung bewerten E: Nutzen einer Tabellenkalkulation, Export von Messwerten mit Hilfe des Cassy-Interfaces	z.B. Flugbahnkurven beim Badminton, Fallschirmsprung, ... Nachweis von math. Abhängigkeiten – Linearisierung bei Messwertdarstellungen – Fach Informatik, iterative Beschreibungen	
	Impulse und Impulserhaltung (elastisch und unelastisch)	E: Bilanzierung von Impulsgrößen, Wesen von Erhaltungssätzen K: Problematik der Messfehler, Reibungseffekte	Nutzen der Luftkissenfahrbahn, digitale Messwertaufnahme (Cassy) und Auswertung, dynamische Massenbestimmung	

	Masse, Kraft, Beschleunigung, Trägheit, Reibung (iterative Verfahren)	E: Iteration als Hilfsmittel zur Beschreibung und Analyse von Bewegungsabläufen K: schwere und träge Masse, Bezüge zum Straßenverkehr B: Nutzen iterativer Beschreibungen diskutieren	Einsatz einer Tabellenkalkulation (Vorlagen existieren bei Km)	
Ende Hbj	Energien als Erhaltungsgrößen, Newtonsche Gesetze Gravitation bei Massenpunkten (Informatik: Greenfoot / Java: Newtons Labor)	E: Gesamtenergien nutzen zur Bestimmung von Einzelenergien E: Gravitationsdrehwaage von Cavendish als Mittel zur Bestimmung sehr kleiner Kräfte kennenlernen K: Ergebnisse bei Experimenten zum Federpendel vorstellen B: Grenzen bei Animationen zur Gravitation im Sonnensystem diskutieren (Newtons Labor)	Drehwaage nach Cavendish in PhyÜ1 verfügbar (vergleichbarer Aufbau im „Metzler“ beschrieben)  Absprache bei der Unterrichtschronologie mit der Informatik sinnvoll	
E2 (2. Hbj) (25 Wo)	mechanische Schwingungen: Schwingungsgrößen, Schwingungsgleichung, lin. Kraftgesetz, Faden und Federpendel, Energieerhaltung	E: Untersuchungsmethode zur systematischen Bestimmung von phys. Abhängigkeiten beim Fadenpendel kennenlernen ( $T \sim l, g$ ) K: Auswirkungen versch. Federkonstanten, Übergang zum unelastischen Auslenken B: Betrachtungen bei hohen Anfangsamplituden diskutieren, Reibungsverluste	Federpendel (s.o.) kann als Überleitung zum jetzigen Themengebiet dienen Exkurs: „Abhängigkeiten überprüfen“ liegt als Einheit vor (Km) Sinus- und Kosinusfunktion mit Hilfe des Einheitskreises (im Bogenmaß) ausführlich wiederholen/einführen, mathematische und physikalische Bezeichnungen in Beziehungen setzen Bewegungsgleichung als Lösung einer DGL hier möglich bei vorhandenen zeitlichen Kapazitäten (sinnvoll in Hinblick auf Q2.1) Möglich: Iterativen Ansatz mit Tabellenkalkulation programmieren (siehe auch E1)	Themengebiet: Mech. und el.-magn.
	mechanische Wellen: Wellengrößen	E: Wesen und Nutzen einer doppelperiodischen Funktion kennenlernen K: Reduktion auf „Momentaufnahme“ ( $t$ konst.) bzw. Schwingungsgleichung eines Oszillators ( $x$ konst.) erfassen uns anschaulich beschreiben	An Berechnungen mit Hilfe der Wellengleichung ist hier noch nicht gedacht (s. Q1.2) Einsatz GeoGebra sinnvoll (Vorlagen existieren (Km))	

	Huygenssches Gesetz (Beugung, Reflexion und Brechung), Interferenzen	E: Weitreichende Folgerungen aus dem Huygenssches Prinzip kennenlernen (z.B. Brechung an unterschiedlichen Medien zeichnerisch betrachten), K: Grenzen der Modellvorstellung diskutieren B: ... und bewerten, Alternativen andeuten	Sorgfältige Behandlung, da wichtige Voraussetzung für anschließendes Thema, Animationen nutzen Parallelitäten der Interferenzen an Wasser-, Licht- und Schallwellen (Wellenwanne, Doppelspalt, Lautsprecherpaar) erkennen und am gemeinsamen Modell erläutern
	Interferenz von monochromatischem Licht am Doppelspalt und am Gitter	E: Prinzip der Berechnung von Gangunterschieden kennenlernen, daraus Kriterien für Intensitätsmaxima/-minima ableiten Einführung von Zeigerdiagrammen sinnvoll (Amplituden – Intensitäten), daraus Formulierung der Formeln mit Phasendifferenzen Nutzen von Näherungen kennenlernen K: Darstellung von Ergebnissen der Gruppenarbeit zu Gittern B: Ungenauigkeiten bei Herleitungen diskutieren, bewerten und Alternativen entwickeln (z.B. Kleinwinkelnäherung)	Drei Beispiele von oben aufgreifen Verschiedenfarbige monochromatische Laser nutzen Exp.: Überlagerung der Elongationen zweier mechanischer Pendel Gruppenarbeit zur Wellenlängenbestimmung mit Gittern unterschiedlicher Gitterkonstanten nutzen DVD-Splitter als Gitter nutzen, Datendichte bestimmen
	Interferenz von polychromatischem Licht am Doppelspalt und Gitter, Farben und Spektren, elektromagnetisches Spektrum	K: mögliche Überlagerungen diskutieren und dabei verschiedenste Parameter betrachten	Hg-Dampfampe nutzen, vielfältige Beispiele anbieten, Übungsaufgaben in Hinblick auf Abitur nutzen

### 1.5.3.1.2 Qualifikationsphase Q1

Neben den in den Fachanforderungen aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen (Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, und Gesetzmäßigkeiten erwerben, Wiedergeben und nutzen) wird hier eine Zuordnung der nachfolgend aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen:

- E: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen)
- K: Kommunikation (Informationen fach- und sachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren)
- B: Bewertung und Reflexion (Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten)

In der Differenzierung werden unterrichtliche Aspekte zum Erreichen der Kompetenzen näher erläutert.

Profilgebend: PHYSIK, 5-stündiger Unterricht, Zentralabitur				
Jahrgang	Inhalte	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	Themengebiete: Elektrische und magnetische Felder, el.-magn. Schwingungen
Q1.1 (1. Hbj) (6 Wo)	Elektr. Ladung und elektr. Felder, elektr. Feldstärke, geladene Körper, Energieaustausch, Influenz, elektr. Polarisierung, Abschirmung elektr. Felder	E: Feldbegriff, allgemeingültige Feldstärkedefinition als Kraft pro „Eigenschaft des Probekörpers“ K: Alltagserfahrungen von Ladungszuständen und mögliche bewegliche positive Ladungen diskutieren B: Fachsprache und Umgangssprache untersuchen und auf Korrektheit untersuchen	Feldlinienbilder durch Grieskörner in Öl darstellen Entstehung und Gefahren Gewitter	
	Elementarladung $e$ , Millikan-Versuch	E: Erfassen einer quantisierten Größe, dazu indirektes Messverfahren beim Millikan – Versuch K: Darstellung der Stationenarbeit zu Millikan B: mögliche Ungenauigkeiten bei der Messwertaufnahme/Auswertung zum Millikan-Versuch (keine Plateaus auffindbar)	Stationenarbeit zu Millikan nutzen, dazu Steig- und Sinkmethode nutzen Begriff der „Quantelung“ einführen	
	Coulomb-Gesetz	E: Punktladung als Modellvorstellung, Abhängigkeit durch geeignetes Auswertungsverfahren „nachweisen“, eventuell Vektorbegriff bei mehreren Punktladungen nutzen/einführen	Messwertaufnahme mit Cassy-Experiment, siehe Exkurs „Abhängigkeiten überprüfen“ zu Beginn der mechanischen Schwingungen, ausführliche Übungen	

	<p>Elektr. Potential, Äquipotentiallinien und elektr. Spannung, Grundlagen der Elektronik  (Informatik: Aufbau und Funktionsweise einer CPU, boolesche Algebra, Digitaltechnik, Speichermedien)  Eigenschaften des Plattenkondensators, Dielektrikum, elektr. Polarisierung, Kapazität, Auf- und Entladungsvorgänge am Kondensator, Beschleunigung und Ablenkung von Ladungen im el. Feld, Energieaustausch im elektrischen Feld</p>	<p>E: Potentialbegriff als Grundlage für Verständnis der elektr. Spannung, Flächeninhalte als phys. Größe kennenlernen (hier Ladung bei Entladestromkurve), Superpositionsprinzip bei Bahnkurve in ESAR  K, B: Grenzen der Rechenschnelligkeit und Speicherfähigkeiten</p>	<p>Gruppenarbeit an Steckbrettersystemen, „Tischtennisballentladung“ zur Veranschaulichung der Entladung, Bezug zur Mathematik (Integration, Exp.-Funktion) sonst geeignete grafische Flächenbestimmungsmethode anwenden (Streifenmethode o.ä.)  Übungsaufgaben für das Abitur nutzen (z.B. Oszilloskop, Tintenstrahldrucker, ...)</p>
(14 Wo)	<p>Magnetisches Feld und Feldlinien, Feldstärke, Magnetfeld einer langen Spule, Superposition (Induktivität später!)  <b>ACHTUNG: magn. Flussdichte entspricht unserer mag. Feldstärke!</b>  <b>insb. auf FS achten</b></p>	<p>E: gezieltes Untersuchen von Abhängigkeiten (hier z.B.: <math>F \sim I, l</math> bei <math>B</math> konst.), magnetisch gespeicherte Daten  K: Magnetfeldstärken vergleichen, Ergebnispräsentationen zur Stationenarbeit</p>	<p>Ev. Lorentzkraftwiederholung (qualitativ), Stromwaage (mit Cassy) nutzen, Anwendungen von Wirbelströmen behandeln (Bremsen, Herd, Abwärme, ...)  Stationenlernen zur (Selbst-) Induktivität nutzen</p>
	<p>Kraft auf Elektronen, Lorentzkraft, Halleffekt - Hallsonde</p>	<p>E: Prinzip der Berücksichtigung von Winkelabhängigkeiten beschrieben durch trigonometrische Funktion, Kräftekompensation als Ansatz zur Herleitung von Formeln</p>	<p>Jetzt Lorentzkraft quantitativ</p>
	<p>Gravitations-, Magnetfeld und elektr. Feld im Vergleich</p>	<p>E: Feldbegriffe im Vergleich, Parallelitäten, Unterschiede, Nutzen  K: Diskussion der Vergleichbarkeit  B: Grenzen der Modellvorstellungen</p>	<p>Sauberer Einsatz der Fachsprache!</p>

	gleichförmige Kreisbewegung, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Zentripetalkraft, Drehimpuls und Drehimpulserhaltung, Kreisbewegungen im Gravitations- und Magnetfeld	E: beschleunigte Bewegung trotz konst. Bahngeschwindigkeit, Beschreibung der Zentripetalkraft als Ansatz zur Herleitung von Formeln K: Zentripetalkräfte in unterschiedlichen Kontexten B: Verluste führen zu Schraubenbahnen	Ev. Anknüpfung: mechanische Wellen aus E2, ev. Bahndrehimpulserhaltung
	e/m- und $m_e$ - Bestimmung, Fadenstrahlrohr	E: indirektes Messverfahren für eine mikroskopische Größe K: Bedeutung von Naturkonstanten würdigen	unterschiedliche Messapparaturen nutzen (Fadenstrahlrohr, Helmholtzspulenpaar bei ESAR, Animationen, Tabellenkalkulation, ...), Abituraufgaben nutzen, Erdmagnetfeld – Polarlichter kurz behandeln
	Massenspektrometer, Linear- und Kreisbeschleuniger	E: wichtige Anwendungen aus dem Gebiet wahrnehmen und würdigen, dazu ... K: Präsentationen einzelner Beschleuniger diskutieren B: Sinn hochenergetischer und kostenintensiver Forschung diskutieren	Besuch DESY in HH möglich
	magn. Fluss, Induktionsgesetz auch in differentieller Form, Induktivität (einer Spule), Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule, Selbstinduktion und Anwendungen, Ein- und Ausschaltvorgänge, Wirbelströme	E: Differentielle Form eines Gesetzes und Nutzen erkennen K: Anwendungen vorstellen	Bezüge zur Mathematik formal sauber einführen und nutzen, Induktionsgerät nutzen, Verbindung zur Energieerhaltung/Lenzschen Regel herstellen
<b>wahrsch. bis einschl. Februar bzw. März!</b>	elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände  Schwingkreise	E: Phasenbeziehungen erkennen, frequenzabhängige Widerstände K+B: Anfänge der Stromversorgung behandeln, diskutieren und bewerten, heutige Situation	Kreisdiagramme aus E ev. aufgreifen, Ableitungen trigonometrischer Funktionen mit Kettenregel nutzen,

<b>Q1.2</b> <b>(2. Hbj)</b> (20 Wo)	Harmon. Schwingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>Federpendel</li> <li>Zeigerdarstellung</li> <li>Gesetze</li> <li>Energie des Oszillators</li> </ul>	E: unmittelbaren Zusammenhang zwischen einer Sinusfunktion und der Projektion einer konstanten Kreisbewegung erfassen, Zeigerdarstellung als neues Modell, Konsistenz mathematischer Zusammenhänge und physikalischer Aussagen erkennen (hier: konst. Gesamtenergie bei harmonischer Schwingung)	Ggf. Sorgfältiges Einführen des Bogenmaßes, Verbindung zur Projektion einer gleichmäßigen Kreisbewegung wichtig
	Transversal und Longitudinalwellen  Dämpfung  iterative Lösungsansätze	E: Dämpfung mathematisch durch multiplikativen Anhang eines Exponentialanteils B: mögliche Vermischung von konstanter und linearer Dämpfung diskutieren und ggf. weiter experimentell untersuchen	Grenzfälle betrachten und ebenso vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, gute experimentelle Voraussetzungen <b>Informatik: Implementation von Algorithmen mit Tabellenkalkulationssoftware möglich</b>
	Magnetische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten vergleichen	E: Parallelitäten herstellen und Unterschiede erkennen K: Energieerhaltung in verschiedenen Kontexten diskutieren	Leifiphysik nutzen
	Unschärfe bei Tönen  Resonanz, Resonanzkatastrophe <b>(Informatik: Verarbeitung gewonnener Messwerte mit Hilfe von Tabellenkalkulation möglich)</b>	B: Resonanzen als Grundlage technischer Probleme bewerten K: Projektergebnisse (Resonanzkatastrophen) darstellen und diskutieren K, B: Resonanzen bei Tonerzeugung bei der menschlichen Stimme / Instrumenten in Verbindung setzen, gesundh. Aspekte	Projektarbeit sinnvoll (Bezug der Schülerinnen und Schüler auf ein selbstgewähltes zu untersuchendes Instrument) Unschärfe in Hinblick auf Q2.1 unterrichten
	Mechanische und akustische Wellen, Wellengleichung, Dopplereffekt <u>nur qualitativ</u>	E: Mathematische Modellbildung erfassen B: Bezüge zur Biologie (z.B. Ultraschallortung durch Fledermäuse) und Medizin (z.B. Dopplersonografie) herstellen	Auf einen sauberen Einsatz der Mathematik ist zu achten!
	Überlagerungen bei Wellen stehende Wellen	E: Interferenz einer Welle nach Reflexion erkennen, Fallunterscheidungen (feste und lose Enden) nutzen, Quantisierte Zustände erfassen (siehe später Q2.1)	Sinnvoll: z.B. Kundtsches Rohr

Themengebiet: Schwingungen, Wellen, Wellenpakete

	Ggf. Lichtwellen am Gitter , Farben, diskrete und kontinuierliche Spektren Emissions- und Absorptionsspektren	B: Fraunhoferspektrum kann aufgenommen und diskutiert werden	Gitter ggf. als Wiederholung	
	Interferenz am Einzelspalt, Beugung bei Licht, dünne Schichten, Interferometer  Kohärenz, Polarisierung und Dispersion als Eigenschaften von Licht	E: Prinzip der Erzeugung virtueller Lichtquellen zur Erzeugung von Interferenzen erkennen und dann Geometrien ausnutzen B: Nutzen für materialtechnische Untersuchungen erkennen	Stationenarbeit liegt ausgearbeitet vor! Ausführlich: Glimmerblatt nach Pohl  Polarisation ist experimentell zu unterrichten, hierzu bietet sich z.B. die Untersuchung von Spannungszuständen bei Plexiglaskörpern an	

### 1.5.3.1.2 Qualifikationsphase Q2

Neben den in den Fachanforderungen aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen (Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, und Gesetzmäßigkeiten erwerben, Wiedergeben und nutzen) wird hier eine Zuordnung der nachfolgend aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen:

- E: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen)
- K: Kommunikation (Informationen fach- und sachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren)
- B: Bewertung und Reflexion (Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten)

In der Differenzierung werden unterrichtliche Aspekte zum Erreichen der Kompetenzen näher erläutert.

Profilgebend: PHYSIK , 5-stündiger Unterricht, Zentralabitur				
Jahrgang	Inhalte	prozessbezogene Kompetenzen	Differenzierung	
<b>Q2.1</b> <b>(1. Hbj)</b> (20 Wo)	Lichtquantelung, Photoeffekt	E: gequantelten Zustand erkennen K: Argumentationsprozesse für Quantenvorstellung und gegen Wellenvorstellung	Begriffe Intensität und Energie sauber trennen	<b>Themengebiet: Quantenphysik und Atomphysik</b>
	Absorption, Emission	E: Vorgänge im Schalenmodell nutzen	Wird im Folgenden immer wieder aufgegriffen und verfeinert.	
	Plancksches Wirkungsquantum	E: Steigung einer linearen Funktion als Naturkonstante interpretieren, Kenngrößen der Einsteinschen Geraden physikalisch interpretieren	Vier mögliche Methoden der h-Bestimmung, Einsteinsche Geraden für unterschiedliche Materialien betrachten	
	Impuls, Energie, Masse bei Lichtquanten	K+B: Möglichkeit eines Photonenrückstoßantriebs berechnen und diskutieren		
	Röntgenstrahlung, Braggreflexion	E: Drehkristall als universelle Untersuchungsmethode erfassen und würdigen	Mikrowellenexperiment mit beklebten Styroporplatten als Hinführung zur Drehkristallmethode nach Bragg nutzen (Cassy zur Messwertaufnahme nutzen) Bedeutung der Energien $K\alpha$ , $K\beta$ , ...	
Compton-Effekt		Ausgiebig Übungsmaterial bearbeiten		

<p>Teilchen-Welle-Dualismus</p> <p>Doppelspaltexperimente, Interferometer (Interferenzen) und Wahrscheinlichkeiten</p> <p>Strahlteilerexperiment (Delayed-Choice-Experiment) behandeln! allgemeine Eigenschaften für Quantenobjekte, Koinzidenzmethode bei Photonen, Elektronenbeugung und de Broglie - Wellenlänge</p> <p>Wellenfunktion der Materiewelle, Quadrat der Wellenfunktion</p> <p>Heisenbergsche Unschärferelation (HU)</p>	<p>E: Erkenntnis der Notwendigkeit der gleichzeitigen Gültigkeit zweier Modelle E: zur Vorhersagbarkeit, Superposition, Determinismus)</p> <p>B: Grenzen des rational Nachvollziehbaren ausloten, diskutieren und bewerten E: Zuordnung einer Wellenlänge auch für Teilchen mit Ruhemasse ungleich Null erfassen, Konsequenzen (Interferenz, ...) erfassen E: Aufenthaltswahrscheinlichkeiten durch math. Operationen gewinnen B: technische Konsequenzen</p>	<p>Empfehlung: Auszüge nutzen aus: <a href="https://www.milq.info/">https://www.milq.info/</a></p> <p>Schrödingers Katze behandeln</p> <p>Delayed-Choice-Experiment (s.a. milq)</p> <p>Exp. zur e-Beugung nutzen!</p> <p>akustische Unschärfe ist hinführend zur HU zu wiederholen/unterrichten</p>
<p><u>Historische Atommodelle (optional, nur kurz, Bohrsches Atommodell (BA) und Grenzen ggf. weglassen !!!)</u></p> <p>Quantenmechanisches Atommodell (<u>qualitativ</u>)</p> <p>Linienpektren</p>	<p>E: Wertschätzung historischer Modellvorstellungen aufbauen, Bohr: mathem. Modell mit physikalischer Realität verbinden B: Grenzen eines Modells als Motivation und Chancen wahrnehmen E: Bezug zur Mechanik herstellen B: Bedeutung der Verbindung zur Mechanik und Transfer bewerten</p>	<p>Ev. als Kurzreferate, falls Zeit vorhanden; BA und Formeln des BAs müssen <u>nicht</u> unterrichtet werden.</p>
<p>Franck-Hertz-Versuch (FHV)</p> <p>Emission, Absorption</p>	<p>E: gequantelte Energieaufnahme erkennen K: zentrales Experiment vollständig protokollieren und Ergebnisse vorstellen</p> <p>E: Verallgemeinerungen aus dem FHV erschließen</p>	<p>Einführend: Experimente bei der Durchstrahlung von Na-Licht durch NaCl-Flamme FHV mit Neon als Erweiterung empfohlen Energieniveauschema behandeln</p>

<p>Ende Januar</p>	<p>Potentialtöpfe (insb. linearer Potentialtopf)</p> <p>Energieniveaus und Orbitale des Wasserstoffatoms und wasserstoffähnlicher Atome</p> <p>Quantenzahlen und Pauli-Prinzip Aufbau des Periodensystems</p> <p>Ausblick: Mehrelektronensysteme</p>	<p>E: Nutzen eines stark reduzierten Modells eines Atoms (Ein-Elektronen-Atom im linearen Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden ohne äußere Kräfte) erkennen und würdigen K+B: Schwierigkeiten bei realitätsnäheren Berechnungen von Lösungen der Schrödinger-Gleichung diskutieren und bewerten</p> <p>E: Nutzen des Periodensystems erkennen, Regeln für das Auffüllen neuer „Schalen“ mit Elektronen erkennen</p>	<p>Parallelität der Differentialgleichung und deren Lösung als Bewegungsgleichung bei den harmonischen Schwingungen ist bei der Behandlung der analytischen Lösung des vereinfachten Potentialtopfes herzustellen, Animationen/Applets nutzen, die Schrödinger-Gleichung und deren Behandlung ist optional (mögliche Vertiefung)</p> <p>Animationen und Visualisierungen sind hier sinnvoll</p> <p>eine Absprache mit der Chemie findet nicht statt, da Chemie im Physikprofil nicht unterrichtet wird.</p>	
------------------------	--	---	---	--

<p><b>Q2.2</b> <b>(2. Hbj)</b></p> <p>bis zur Abitur- Klausur (5 Wo)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Intensive Übungen zum Zentralabitur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ACHTUNG:</b> Auf KMK-Dokument: "Aufgaben für das Fach Physik - Inhaltliche Vereinbarungen zur Gestaltung der [Abitur-] Aufgaben" und Fachanforderungen SH Physik achten und bei <b>beiden</b> "abhaken"!!!</li> <li>• Ein weiteres Mal ist hier die Bedeutung der Operatoren in der Physik zu unterrichten (z.B. Anhang Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II)</li> <li>• Übungsaufgaben zum Abitur stehen dem Kurs online (Moodle-Kurs) zur Verfügung</li> <li>• (Informatik: Es wurde in Q2.1 dazu eine Internetseite mit Hilfe von CMS (WordPress) und ergänzenden HTML und JavaScript – Modulen von den Schülerinnen und Schüler als Projektarbeit gestaltet. So kann auf eine Art „digitaler Wissenspeicher“ – auch in Hinblick auf Klausur und Abiturvorbereitung – zurückgegriffen werden.)</li> </ul>	<p>Astrophysik oder spezielle Relativitätstheorie</p>
<p>ca. ab März</p>	<p><b>Inhalte aus den Themen Astrophysik oder spezielle Relativitätstheorie falls noch Unterricht erteilt wird!!!</b></p>	

Semester- ende	<b>spezielle Relativitätstheorie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativitätsprinzip,</li> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit,</li> <li>• Gleichzeitigkeit,</li> <li>• „bewegte Lichtuhr“,</li> <li>• Zeitdilatation,</li> <li>• Inertialsysteme,</li> <li>• Minkowski-Diagramme, Lorentzkontraktion, Zwillingsparadoxon</li> </ul>	div.	Exp.: Michelson-Interferometer, nutze div. Animationen, z.B. von leifi-Physik, Einsatz GeoGebra sinnvoll, siehe auch Lehrbuch
Semester- ende	<b>Astrophysik:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen unseres Planetensystems: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teleskoparten,</li> <li>• Bewegung der Gestirne,</li> <li>• Kopernikus und Ptolemäus, Planetenbahnen,</li> <li>• Keplersche Gesetze</li> </ul> </li> <li>2. Strahlungsphysik unserer Sonne: <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektromagn. Strahlung,</li> <li>• Spektrum der Sonne, Strahlungsgesetze,</li> <li>• exp. Bestimmung der Oberflächentemperatur,</li> <li>• Rotation der Sonne,</li> <li>• Energieerzeugung der Sonne,</li> <li>• Helligkeit von Sternen,</li> <li>• HRD,</li> <li>• Leben und Sterben von Sternen (im HRD)</li> </ul> </li> </ol>	div.	Hauseigene Teleskope nutzen, diverse Animationen nutzen, Gärtnerkonstruktion durchführen, Venustransit zur Bestimmung der AE auswerten, Strahlungsgesetze experimentell zeigen, Exp. zur Oberflächentemperatur der Sonne, Sonnenflecken: Rotationsdauer

## 1.5.4 verbindlich einzuführende Formeln und Begrifflichkeiten und Absprachen einheitlicher Verwendungen

### 1.5.4.1 Definitionen mit Ableitungsbegriff

Es werden gleich zu Beginn des Halbjahres die Begriffe

mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  und momentane Geschwindigkeit  $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$  eingeführt, bei Bedarf

auch die analogen Begriffe für Beschleunigungen. Sekanten und Tangenten an t-s-Graphen werden betrachtet.

### 1.5.4.2 Funktionen

Es wird überwiegend die gleichmäßig beschleunigte lineare Bewegung behandelt und mit den Gleichungen

$$s(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \text{ und } v(t) = a \cdot t + v_0 \text{ beschrieben,}$$

die Parameter  $v_0$  und  $s_0$  sind die Anfangswerte zum Zeitpunkt  $t = 0s$ . Für den freien Fall gilt speziell

$$a = -9,81 \frac{m}{s^2}$$

Die Funktion  $v(t)$  wird aus Messungen gewonnen; die Funktion  $s(t)$  wird aus dem t-v-Graphen per graphischer Integration (Flächeninhalt eines Dreiecks + Flächeninhalt eines Rechtecks) ermittelt und experimentell verifiziert.

Geschwindigkeiten, Wege und Zeiten werden damit berechnet, speziell mithilfe quadratischer Gleichungen.

### 1.5.4.3 von Vektoren

Vektoren werden in der ersten Hälfte des Einführungsjahres benutzt zur Darstellung der Größen Weg  $\vec{s}$ , Geschwindigkeit  $\vec{v}$ , Beschleunigung  $\vec{a}$ , Impuls  $\vec{p}$ , Kraft  $\vec{F}$ .

Sie werden als Pfeile dargestellt, graphisch addiert (Unabhängigkeitsprinzip, Zusammenwirken von Kräften) und mit Skalaren multipliziert, z.B.  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ ;  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ . Es werden nur ebene Probleme behandelt, z. B. Impulse horizontal vor und nach Verkehrsunfällen.

Komponenten zu orthogonalen Basisvektoren werden benutzt, aber nicht in Spaltenschreibweise dargestellt, also z.B. beim waagerechten Wurf

$$s_x(t) = v_{0x} \cdot t \text{ und } s_y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 \text{ statt } \vec{s}(t) = \begin{pmatrix} v_0 \cdot t \\ -\frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{pmatrix} ; \text{ analog für die zeitlichen Ableitungen.}$$

### 1.5.4.4 Schwingungen und Wellen (E2)

Im Einführungsjahr werden die vom Ort  $x$  und der Zeit  $t$  abhängigen Elongationen  $y$  von harmonischen Schwingungen und Wellen (mit Amplituden  $\hat{y}$ , Schwingungsdauern  $T$  und Wellenlängen  $\lambda$ ) mit den

$$\text{Gleichungen } y(t) = \hat{y} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \text{ bzw. } y(t;x) = \hat{y} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right) \text{ beschrieben.}$$

Für die Schwingungsgleichung werden die erste und die zweite Ableitung benötigt, also zwingend die Kettenregel. Der Begriff Differentialgleichung wird eingeführt, die Schwingungsdifferentialgleichung  $\ddot{y}(t) = -k \cdot y(t)$  wird gelöst und physikalisch interpretiert.

### 1.5.4.5 elektrische und magnetische Felder

**Magnetische Flussdichte: Achtung: Der Begriff "magnetische Feldstärke", wie wir und der Metzler ihn benutzen, muss als "magnetische Flussdichte" parallel eingeführt werden, da sich sowohl die zentralen Aufgaben als auch die offizielle FS darauf beziehen!!! Mit den SuS des Profilkurses ist dieses intensiv zu thematisieren!!!**

## 1.5.4.6 Wünsche zur Behandlung physikalischer Aufgabenstellungen in Mathematik E

### 1.5.4.6.1 Werte von Größen und ihre Einheiten

In allen Anwendungsaufgaben werden konsequent die Werte von Größen mit Einheiten (kg, s, m, € ...) benutzt. Dies ist das Standardvorgehen im Fach Physik, Abweichungen davon werden als Fehler gewertet. Die Schüler nutzen die Möglichkeit, mithilfe der Einheiten Terme und Gleichungen zu kontrollieren und schnell Fehler nach Umformungen zu finden. Einheiten sind per Multiplikation mit ihrer Maßzahl verbunden, entsprechend wird mit ihnen gerechnet.

Wenn von dieser Regel abgewichen wird, müssen die entsprechenden Variablen und Zahlen sinnvoll deklariert werden. Es ist folgende Definition zu verwenden:

$$(\text{Wert } a \text{ einer Größe in der Einheit } E_a) := \frac{a}{E_a} . \text{ Also z. B. } \left(72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ in der Einheit } \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) := \frac{72 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 20$$

### 1.5.4.6.2 Schreibweisen und Begriffe beim Differenzieren

In der Physik unterscheiden wir Ableitungen nach dem Ort von Ableitungen nach der Zeit. Erstere werden wie in der Mathematik durch einen Strich am Symbol für die Funktionswerte gekennzeichnet und oft als Gradienten bezeichnet, letztere erhalten einen Punkt und heißen z. B. Raten oder Geschwindigkeiten.

### 1.5.4.6.3 Einheiten, physikalische Größen und Maßzahlen

Es wird einheitlich fortgesetzt aus der Mittelstufe in die Begriffe Einheiten, physikalische Größen und Maßzahlen unterschieden. Dabei werden losgelöste Einheiten wie folgt mit Hilfe von eckigen Klammern dargestellt:

$$\text{z.B.: } [m] = 1\text{kg}$$

### 1.5.5 Leistungsbewertung

Die Anzahl und Dauer der Leistungsnachweise richtet sich nach dem Erlass "Leistungsnachweise und Leistungsbewertung in der gymnasialen Oberstufe".

Die Abiturprobeklausur des Profillfaches Physik hat eine Länge von 300min, die Abiturprüfungsklausur wird zentral gestellt!

Es soll pro Semester mindestens ein weiterer Test geschrieben werden.

In den Klassenstufen 9 und 10 wird je eine Klassenarbeit im Umfang von einer Unterrichtsstunde geschrieben, siehe auch fachliche Konkretionen.

Die Note der Klassenarbeit geht mit ca. 25 % in die Halbjahresnote des Halbjahres, in dem die Arbeit geschrieben wird, ein (entspricht also rechnerisch ca. 12,5 % der Ganzjahresnote.)

### 1.5.6 Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote

DESY Hamburg

Planetarium

Geomar Kiel

CAU zu Kiel

...

## 1.5.7 zentrale und verbindliche Experimente

**E:** freier Fall  
Nutzung von Tracker-Software  
Luftkissenfahrbahn: Impuls  
Federpendel / Fadenpendel: Energieerhaltung  
Zweistrahlinterferenz mit Licht, Schallwellen und Wellenwanne  
Mehrspaltexperimente mit Licht  
Spektralzerlegung des Lichts

**Q1.1:** Elektr. Felder  
Millikan-Versuch  
Coulomb-Experiment  
Elektrische Potentiallinien (feuchtes Papier...)  
Elektronenstrahlableitkröhre (ESAR) im Plattenkondensator  
Stromwaage (Def. B)  
Lorentzkraft  
Hall-Effekt  
ESAR mit Helmholtzspulen ( $m_e$ -Bestimmung) oder Fadenstrahlrohr  
Induktionsgerät  
Elektromagn. Schwingungen und Schwingkreise

**Q1.2:** Wellenmaschine  
Gedämpfte Schwingung  
Resonanz  
Dopplereffekt  
Stehende Wellen (z.B. Kundtsches Rohr)  
Doppelspalt und Gitterspektren (siehe auch E)

**Q2.1:** Photoeffekt  
Planck'sches Wirkungsquantum (vier Möglichkeiten, eine mindestens)  
Braggreflexion und Röntgenstrahlung  
Simulationen zum Teilchen-Welle-Dualismus (ev. Interferometer, siehe „milq“)  
Emission und Absorption von Lichtquanten (NaD, ev. Umkehr)  
Elektronenbeugungsröhre  
Franck-Hertz-Versuch

**Q2.2:** Je nach Themenwahl direkt unter 2. Am Ende aufgeführt!

Hinweis: Die Angabe der Liste der Experimente muss für den Kurs auf grundlegendem Niveau entsprechend der Fachinhalte reduziert werden.

### 1.5.8 Einheiten zum Stationenlernen

- 1) Der Millikan – Versuch: 3 Stationen : Applet, Buch, Realexperiment, verantwortlich: Km, Themenbereich: elektr. Felder
- 2) Zweistrahlinterferenz des Lichts : 5 Stationen zur Interferenz des Lichts (Newtonringe, Lloyd, Fresnel, Keil, Glimmerblatt), verantwortlich: Km, Themenbereich: Schwingungen, Wellen, Wellenpakete (Profil)
- 3) Stationenlernen zur (Selbst-) Induktivität verantwortlich: Km, Themenbereich: elektr. Felder (Profil)

### 1.5.9 sonstige Bemerkungen zum Unterricht in der Oberstufe, verwendete Lehrbücher

Die Inhalte des **profilgebenden** Fachs Physik sind maßgeblich für den inhaltlichen Ablauf der Themen in der Oberstufe. Hier muss auf die zentrale Abiturprüfung mit allen Anforderungen (Fachanforderungen + Liste IQB) hingearbeitet werden. **Ein besonderer Fokus muss auf die Durchführung von Schüler-Experimenten gelegt werden, da diese ein möglicher Bestandteil der abschließenden Abituraufgabenstellungen sein werden. Die Physik-Sammlung der Immanuel-Kant-Schule Neumünster ist dafür entsprechend ausgerüstet, Materialien werden nach Maßgabe des Ministeriums vorgehalten!** Als begleitende Lektüre wird im Profilkurs Physik das Buch „Metzler Physik“ verwendet. Dieses ist auch Grundlage für die Vorbereitung auf das Zentralabitur und leitet sinnvoll auf ein mögliches Studium der Physik hin.

**Es wird dringend empfohlen, im Profilkurs das Heft “Fokus Physik - Zentrale Experimente” (Cornelsen-Verlag, ISBN 978-3-06-015633-7) in der aktuellen Auflage anschaffen zu lassen und durchzuarbeiten!**

Für Q2.2: z.B. kolleg-text: Relativitätstheorie oder bsv: Grundkurs Astronomie

Formelsammlung für die Oberstufe: offizielle KMK-Ausgabe liegt als pdf und in gedruckter Form (50 Exemplare) vor. (Auch über [dudenpaetec](#) bestellbar)

## 2. Fördern und Fordern

- Wettbewerbe / Projekte  
Am Daniel-Düsentrieb Wettbewerb soll, sofern er noch von der TUHarburg angeboten wird, nach Möglichkeit teilgenommen werden. Eine Physik-AG soll diesen Wettbewerb unterstützen. Das Angebot der CAU „Saturday-Morning-Physics“ wird seit Jahren genutzt und von Lehrkräften der IKS unterstützt. Über weitere Teilnahmen an den vielfältigen angebotenen Wettbewerben wird von der Fachschaft im Einzelfall entschieden. Auf die Ressourcen der Fachlehrkräfte wird Rücksicht genommen.
- Möglichkeiten der Differenzierung  
Möglichkeiten der Differenzierung finden sich in den jeweiligen Jahrgangsordnern zugeordnet.

## 3. Leistungsbewertung

- Tests / Arbeiten / Klausuren  
Sek I: In den Jahrgängen der Orientierungs- und Mittelstufe werden Tests geschrieben, nur in Klassenstufe 9 eine Klassenarbeit. Es empfiehlt sich, für jeden SuS ein Testheft anzulegen. Zu jeder Unterrichtseinheit wird mindestens ein Test geschrieben. Ob die Tests angekündigt werden, wird von der jeweiligen Physiklehrkraft festgelegt. Die Dauer darf maximal 20min betragen. Die Aufgaben der Klassenarbeit in 9 sollten möglichst zu ca. 40% den Anforderungsbereich I (Reproduktion), zu 40%-50% den Anforderungsbereich II (Zusammenhänge herstellen) und zu 10%-20% den Anforderungsbereich III (Verallgemeinern und Reflektieren) abdecken.  
SekII : Die Anzahl und Dauer der Leistungsnachweise richtet sich nach dem Erlass "Leistungsnachweise und Leistungsbewertung in der gymnasialen Oberstufe". Die Abiturprobeklausur des Profulfaches Physik hat eine Länge von 300min und wird ebenso wie die Abiturprüfungsklausur zentral gestellt! Es soll pro Semester mindestens ein weiterer Test geschrieben werden. Die Anzahl der Klausuren unterscheidet sich nach "Profil- bzw. nicht-Profil-Kursen" und kann für Schülerinnen und Schüler und Eltern im geschützten Oberstufen-Moodlekurs eingesehen werden. Der Terminplan wird zu Beginn eines jeden Halbjahrs ebenfalls dort bekanntgegeben. Die Erstellung der Aufgaben nach Anforderungsbereichen und ihre Bewertung richtet sich nach den Vorgaben für das Abitur.
- Unterrichtsbeiträge  
Bei der Bewertung der Unterrichtsbeiträge werden Aspekte wie fachliche Richtigkeit, der Einsatz mathematischer Fachsprache, Argumentationsfähigkeit sowie die aktive Beteiligung berücksichtigt.
- Unterrichtsmitschriebe  
In der SekI führt jeder SuS einen grünen Physikordner. Das Inhaltsverzeichnis ist durch das Methodencurriculum vorgegeben. Der Ordner wird in regelmäßigen Abständen kontrolliert und geht in die mündliche Bewertung mit ein.  
In der SekII führen die SuS eigenverantwortlich ihren Mitschrieb analog oder digital! Eine Kontrolle ist nicht vorgesehen. Generell besteht die Möglichkeit, sofern das Panel genutzt wird, Unterrichtsmitschriebe digital abzuspeichern und SuS bei Bedarf zur Verfügung zu stellen.
- Referate  
Referate bieten sich in allen Teilen des Physikunterrichts an. Sie sind nach Altersstufe vom Anspruch her angepasst. Besonders in der Klassenstufe 10 soll ein Schwerpunkt auf Referate gelegt werden. Bei Referaten wird besonders Wert auf die Art und Weise des eigenständigen Vortrages gelegt. Ein reines Ablesen vorgefertigter Texte kann keine ausreichende Leistung sein, zumal eine KI hier maßgeblich eingesetzt werden kann. In jedem Fall soll im Anschluss an das Referat ein Kolloquium vor der Klasse stattfinden, um zu einer gerechten Beurteilung der Leistung zu kommen. Referate, die kurz vor den Zeugnis Konferenzen angestrebt werden, werden nur in Ausnahmefällen zugelassen. Eine Bewertungsvorlage wird hier vorgeschlagen (Quelle: Leitfaden aus den Fachanforderungen zum Fach Physik des Ministeriums):

Thema: _____	trifft voll zu	trifft über- wiegend zu	trifft weniger zu	trifft kaum zu
Referent/in: _____				
Datum/Dauer: _____				
<b>Art des Vortrags:</b>				
Das Thema und die Gliederung wurden zu Beginn vorgestellt.				
Der Vortrag wurde frei gehalten.				
Der Vortrag war akustisch gut zu verstehen.				
---				
<b>Inhalt des Vortrags:</b>				
Das Referat wurde klar und logisch strukturiert.				
Die Einleitung in das Thema ist gelungen.				
Die Darstellung war sachlich richtig.				
Die Darstellung war verständlich und nachvollziehbar.				
Das Referat enthält sinnvolle eigene Bewertungen und Ideen.				
Das Referat war in Teilen fachlich tiefgehend (Anforderungsbereich III).				
Wesentliche Inhalte/Ergebnisse des Referats wurden zusammengefasst.				
(Vorhersehbare) Fragen konnten korrekt beantwortet werden.				
---				
<b>Organisatorisches, Medien und Experimente:</b>				
Der zeitliche Rahmen wurde eingehalten.				
Der Umgang mit der eingesetzten Technik war souverän und sicher.				
Der Einsatz der Medien war angemessen.				
Beim Experimentieren wurde Eigeninitiative gezeigt.				
Beim Experimentieren sind eigene Fragestellungen einbezogen worden.				
---				

- Umgang mit Mängeln in der Verwendung und der Schreibweise mathematischer Zeichen und in der Verwendung mathematischer Begriffe:  
Die Physik-Lehrkräfte achten im Unterricht verstärkt und konsequent auf Mängel in der Verwendung und der Schreibweise mathematischer Zeichen und in der Verwendung mathematischer Begriffe. Fehler diesem Bereich werden im Unterricht benannt, bewertet und bearbeitet. Es ist darauf zu achten, dass ein ausführlicher und guter Kommentar mit vielen Rechtschreibfehlern nicht zu einer Abwertung führt. Gerade in der SekII wird verstärkt darauf hingewiesen, dass mangelhafte und ungenügende Leistungen im Elementarbereich zu einer Abwertung (auch im Abitur) führen können.
- Hausaufgaben (SekI):

### Vorgehen bei nicht angefertigten Hausaufgaben

**Das konnte ich nicht..... Was tun, wenn´s bei einer Aufgabe nicht weitergeht?**

- 1) Lies aktuelle Definitionen, Merkregeln und Beispiele in deinem Physikordner gründlich und mehrfach; mache dir klar, was sie bedeuten.
- 2) Durchsuche deinen Karteikasten oder deine alten Physikordner mithilfe deines Inhaltsverzeichnisses nach Verfahren und Beispielen; prüfe, ob du sie für die Lösung deines Problems nutzen kannst.
- 3) Suche in deinem Physikbuch nach Hinweisen; nutze das Inhaltsverzeichnis und das Schlagwortverzeichnis, lies gefundene Texte gründlich und mehrfach.
- 4) Frage Fachleute in deiner Umgebung, beschreibe ihnen dein Problem so exakt wie möglich.
- 5) **Bearbeite deine Aufgabe so weit wie möglich, schreibe alle Lösungsversuche sauber auf.**
- 6) **Schreibe so exakt wie möglich den Grund dafür auf, dass du nicht weiterkommst.**
- 7) **Schreibe exakt und vollständig auf, welche Hilfsmittel du benutzt hast.**
- 8) **Eine überhaupt nicht schriftlich bearbeitete Hausaufgabe wird nicht anerkannt, sofern sie nicht ausdrücklich so gestellt war!**

Dieser Text kann als Zettel den SuS bei Schwierigkeiten in der Auffassung bzgl. Hausaufgaben ausgeteilt und bei Bedarf von Eltern unterschrieben lassen werden.

- Mitteilungen über den aktuellen Lernstand  
Die Fachlehrkraft teilt den Schülerinnen und Schülern mindestens einmal pro Halbjahr den Leistungsstand in Form einer sog. Zwischennote mit, begründet diese und bespricht Möglichkeiten der Leistungsverbesserung.

#### 4. Medien, Lehr- und Lernmaterial, Sammlung, Hilfsmittel

- Sammlung / Vorbereitung / Experimente  
Der Sammlungs- und vorbereitungsraum befindet sich zwischen den Fachräumen Ü1 und LS. Es stehen mehrere Rolltische zur Verfügung, sie sind nicht an best. Fachlehrer gebunden, sollten aber nach Gebrauch möglichst zeitnah abgebaut werden. Die radioaktiven Präparate finden sich in einem besonders geschützten Nebenraum, ein Zugang wird gesondert erklärt. Für viele Experimente steht das Cassy-Interface der Firma Leybold zur Verfügung. Digitale Messwertaufnahmen und computergestützte Weiterverarbeitung bieten sich hier ebenso an wie eine schnelle Präsentation der Messergebnisse auf dem Panel. Die Röntgenröhre lässt sich dadurch ebenso unkompliziert steuern und auswerten. Alle notwendigen Experimente zur Durchführung der fachpraktischen Aufgaben beim Zentralabitur im Profilfach Physik hält die Sammlung vor!
- Räume (Ü1, Ü2, LS, Praktikumsräume, Arbeitsräume)  
Die IKS hat die Übungsräume Ü1 und Ü2 und den Lehrsaal LS. Ü2 besitzt einen kleinen Nebenraum. Außerdem besitzt die Schule einen Praktikumsraum für ca. 15SuS, der aber nicht für den Unterricht im Klassenverband genutzt werden kann. Hier werden z.B. AGs, Wettbewerbe, Projekte, ... durchgeführt.  
Weiter steht nur den Lehrern ein Arbeitsraum mit zwei PC und Drucker und der "Denkraum" (kleines Lehrerzimmer der Physik) zur Verfügung.
- Medien allgemein  
Ü1, Ü2 und der LS verfügen jeweils über ein Panel (mit angeschlossenem Laptop). In allen Räumen können digital Filme abgespielt werden. SuS benutzen die Laptops (z.B. für Referate) nur unter Aufsicht der Lehrer. Ein Laptop incl. Scanner steht als Arbeitsplatz incl. Scanner im Vorbereitungsraum für Lehrkräfte zur Verfügung. Eine Dokumentenkamera unterstützt den Unterricht.
- Bücher / Formelsammlungen  
Die SuS erhalten für zu Hause das SekI-Lehrbuch "Fokus Physik" (Doppelband). Die SuS sollen dieses Buch nicht mit in den Unterricht bringen, da ein Präsenzklassensatz in der Sammlung zur Verfügung steht. Außerdem stehen die zugelassene Formelsammlung des Ministeriums (Profilfach) und von dudenpaetec (grundlegendes Niveau) einmal als ein Präsenzklassensatz in der Sammlung und einmal als Klassensatz nur für Arbeiten im Denkraum zur Verfügung.
- digitale Medien, Filme  
Eine kleine Sammlung von Filmen, Reportagen, ... steht im Denkraum zur Verfügung. Das Internet hilft gerne!
- Taschenrechner (TR)  
Wir können den TR nach der Einführung im Mathematikunterricht in der 6. Klasse nutzen. Ein Klassensatz sehr einfacher TR steht in der Sammlung zur Verfügung. Zur Einordnung der Fähigkeiten der SuS im Umgang mit dem TR folgt auf den folgenden Seiten die Vereinbarung der Fachschaft Mathematik zum Umgang mit dem TR.
- Einsatz des Taschenrechners im Fach Mathematik  
Eine Auflistung über den Einsatz des Taschenrechners findet sich im Fachcurriculum der Mathematik. Daraus ergibt sich unser Fazit: Wir meinen, dass der Taschenrechner in den Fächern Physik und Mathematik ab der zweiten Hälfte des 6. Schuljahres sinnvoll eingesetzt werden kann. Daher empfehlen wir, den Taschenrechner am Ende des ersten Schulhalbjahres der Klasse 6 anzuschaffen.
- weitere Hilfsmittel

Es steht im Denkraum ein Klassensatz Zirkel zur Verfügung. Vielfältige weitere Hilfsmittel findet man überall in der Sammlung.

- Die Verwendung von eigenen Tablets etc richtet sich nach den für die IKS erarbeiteten und aktuell geltenden Vorgaben.

## 5. Sprachbildung

Die kontinuierliche Verwendung der inhaltlichen korrekten Fachsprache ist ein wesentlicher Bestandteil nicht nur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht des Gymnasiums. Hierauf soll bereits im Anfangsunterricht ein Fokus gelegt werden. Dazu bieten sich vielfältige Maßnahmen an:

- Für Lehrende ist es enorm wichtig, die geforderte Fachsprache selbst konsequent zu nutzen und ebenso von den Lernenden gegenüber genauso konsequent einzufordern. Hierbei soll der Unterschied zwischen Alltagssprache und Fachsprache thematisiert werden und dessen Bedeutung für den Lernerfolg unterstrichen werden.
- Bei ungenauen Äußerungen durch Schülerinnen und Schüler muss schließlich gezielt auf eine inhaltlich und formal korrekte Wiederholung der Inhalte durch die Lehrenden geachtet werden. Es ist aber zu beachten, dass Gedankengänge bei Lernenden nicht zu frühzeitig unterbrochen werden.
- Für die Festigung formaler und inhaltlicher Fachsprache können z.B. Beispielaufgaben von Schülerinnen und Schüler so aufgearbeitet werden, dass Skizzen und Bilder mit der Fachsprache verknüpft werden und eine Präsentationsmöglichkeit entsteht. Dieses kann auch in digitaler Form angefertigt werden. Das verwendete Lehrwerk soll dabei die inhaltliche Grundlage bilden und Ergebnisse immer genau auf formale und sprachliche Korrektheit kontrolliert werden. Ein „Sprachspeicher“ bei in dieser Hinsicht besonders fordernden Unterrichtseinheiten könnte sinnvoll sein.
- Insgesamt soll in Unterrichtsphasen gerade in Hinblick auf eine gute Sprachbildung darauf geachtet werden, den Lernenden ausreichend Zeit für ihre Antworten einzuräumen.
- Optional können Absprachen mit den Lehrkräften des DaZ-Unterrichts getroffen werden, um das Einüben eines bestimmten Fachvokabulars dorthin auszulagern. Das Anfertigen von Lösungen zu fachspezifischen Aufgaben mit einer Übersetzung ist sinnvoll und kann auch den sonst rein deutschsprachigen Unterricht bereichern. Der Einsatz älterer „Schülerpaten“, die bereits über einen guten Gebrauch der Fachsprache verfügen, kann sehr sinnvoll eingesetzt werden.

## 6. Überprüfung und Weiterentwicklung

durchzuführende Maßnahmen zur Weiterentwicklung:

Wesentlich ist der ständige Austausch des Fachkollegiums im Denkraum der Physik. Hier finden sich fast zu jeder Pause alle Fachkollegen der Physik ein und ein reger Austausch findet ständig statt. Experimente werden oft gemeinsam aufgebaut und gegenseitiger Unterrichtsbesuche sowie "Teamteaching" wird zeitweise vorgenommen. Außerdem fühlen sich alle Fachkollegen verpflichtet, die digitalen Jahrgangsortner entsprechend fortlaufend weiter zu ergänzen (und tun dies auch!). Auf einem gegen Ende des Schuljahres angesetztem Treffen werden die Beobachtungen zusammengetragen, diskutiert und ggf. zum Fachcurriculum dauerhaft ergänzt. Über die Fachschaftssitzungen wird fortlaufend nach den Erfahrungen der SuS gefragt und entsprechend reagiert.

## 7. Präsentation des Faches Physik

- Schulmesse
- Tag der offenen Tür
- Infoabend Eltern
- Öffentlichkeitsarbeit/Presse  
(Diesen Veranstaltungen sind jeweils aktuell Lehrkräften zugeordnet.)

**Stand: Mai 2025**