

Kompetenzen und Inhalte des Bildungsplans	Unterrichtsinhalte, Kerncurriculum	Hinweise/Vorschläge zur Erweiterung und Vertiefung des Kompetenzerwerbs, Schulcurriculum
I. Grundkompetenzen aus der Sekundarstufe I, Wiederholung (an geeigneter Stelle)		
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> - zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; - zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; - die physikalische Beschreibungsweise anwenden; - an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben. <p>2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> - die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden und reflektieren; - ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren. <p>5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragen selbstständig erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen; - physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen; 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Wahrnehmung: warm, kalt, Wärmeempfindung; Messung: Temperatur</i> • <i>Zeit, Masse, Massendichte, Druck</i> • <i>Energie, Energieerhaltung</i> • <i>elektrische Stromstärke, elektrisches Potenzial, elektrische Spannung, elektrische Ladung, Ladungserhaltung</i> • <i>Kennlinien von Geräten</i> • <i>Diode, Transistor</i> • <i>Kraft, Geschwindigkeit, Impuls, Impulserhaltung, Beschleunigung</i> • <i>Entropie, Entropieerzeugung</i> • <i>Drehimpuls, Drehimpulserhaltung, quantitativ: Zentripetalkraft,</i> • <i>Struktur: Strom, Antrieb(Ursache), Widerstand</i> • <i>Gravitationsfeld, elektrisches Feld,</i> 	<p>Diese Inhalte können zum Einstieg in die Kursstufe als Wiederholung in Teamarbeit, teilweise im Schülerpraktikum* durchgeführt werden.</p> <p>Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innenwiderstand von Geräten - Arbeitspunkt

<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Auswirkungen erkennen und dieses Wissen für ihr eigenes verantwortungsbewusstes Handeln einsetzen; - Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden. <p>8. Grundlegende physikalische Größen</p> <p>Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p>	<p><i>magnetisches Feld</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>mechanische, elektrische und thermische Energiespeicher und Energietransporte</i> • <i>Erde: anthropogener und natürlicher Treibhauseffekt, ökologische Aspekte, physikalische Abläufe im menschlichen Körper, medizinische Geräte, Sicherheitsaspekte</i> • <i>Energieversorgung: Kraftwerke und ihre Komponenten, regenerative Energieversorgung (z.B.: Solarzelle, Brennstoffzelle)</i> • <i>zeitgemäßes Atommodell</i> 	
<p><i>II. Grundlagen der Elektrodynamik – Maxwell</i></p>		
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> - zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; - zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; - die physikalische Beschreibungsweise anwenden; - an Beispielen erläutern, dass 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte</i> • <i>Elektrische Feldstärke</i> • <i>Analogiebetrachtungen zwischen elektrischen und Gravitationsfeld (auch Gravitationsfeldstärke)</i> • <i>Visualisierung von</i> 	<p>Der in den Vorjahren eher qualitativ erarbeitete Feldbegriff soll jetzt quantitativ betrachtet werden. Mit einem entsprechenden Computerprogramm (z.B. FeldLab) sollen die Schülerinnen und Schüler die Struktur elektrischer Felder graphisch veranschaulichen (Farbverlauf, Feldlinien, Äquipotenzialflächen).</p>

<p>naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.</p> <p>3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren; - funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, die zum Beispiel durch eine Formel vorgegeben werden, verbal beschreiben und interpretieren; - funktionale Zusammenhänge selbstständig finden; - vorgegebene (auch bisher nicht im Unterricht behandelte) Formeln zur Lösung von physikalischen Problemen anwenden. <p>4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; - Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen; - selbstständig Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen; - computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen; - die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden; - geeignete Größen bilanzieren. <p>7. Wahrnehmung und Messung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können den</p>	<p><i>Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Potential und Spannung im elektrischen Feld</i> • <i>Quantitativer Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld</i> • <i>Kondensator, Kapazität</i> • <i>Kapazität des Plattenkondensators</i> • <i>Elektrische Feldkonstante</i> • <i>Materie im elektrischen Feld</i> • <i>Elektrisches- und Gravitationsfeld als Energiespeicher (quantitativ für Plattenkondensator im homogenen Bereich)</i> • <i>Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Längsfeld</i> • <i>Quantisierung elektrischer Ladung</i> • <i>Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte</i> • <i>Magnetische Feldkonstante</i> • <i>Magnetische Flussdichte</i> • <i>Materie im Magnetfeld</i> • <i>Lorentzkraft, Betrag und Richtung</i> 	<p>Möglichkeit zum Einsatz eines Messwerterfassungssystems</p> <p>Vertiefendes Praktikum*, Vertiefungsthemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrisches Feld der Erde - Laserdrucker - Blitzableiter - Staubfilter bei Kohlekraftwerk <p>Bewegung von Teilchen im homogenen Magnetfeld quantitativ, Magnetische</p>
--	---	---

<p>Zusammenhang und den Unterschied zwischen der Wahrnehmung beziehungsweise Sinneswahrnehmung und ihrer physikalischen Beschreibung bei folgenden Themenstellungen reflektieren</p> <p>8. Grundlegende physikalische Größen Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum „Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p> <p>9. Strukturen und Analogien</p> <ul style="list-style-type: none"> - das magnetische und elektrische Feld als physikalisches System beschreiben und die Grundlagen der Maxwelltheorie verstehen, in der die Elektrodynamik auf vier Aussagen zurückgeführt wird; - ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen und Wellen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. <p>10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Magnetisches Feld als Energiespeicher (quantitativ für Spule)</i> • <i>Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien)</i> • <i>Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem, magnetischem und Gravitationsfeld</i> • <i>Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld (quantitativ)</i> • <i>Gleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft</i> • <i>Magnetischer Fluss</i> • <i>Magnetisches Feld und magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule</i> • <i>Induktivität, Induktivität der langgestreckten Spule</i> • <i>Induktion, Induktionsgesetz</i> • <i>Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen, Generatorprinzip</i> • <i>Phänomen des Energietransports durch elektromagnetische Felder</i> • <i>Grundlegendes Prinzip eines Transformators</i> • <i>Grundlagen der Maxwelltheorie, in der die Elektrodynamik auf 4 Aussagen zurückgeführt wird: (Positive Ladung als Quelle und negative Ladung als Senke</i> 	<p>Flasche, Erdatmosphäre</p> <p>Halleffekt</p> <p>Am Beispiel der langgestreckten Spule wird die Energie im magnetischen Feld quantitativ behandelt</p> <p>Alltagsgeräte, (etwa als GFS), z.B.:: - Induktionsherd - Wirbelstrombremse</p> <p>Einführung des Zeigerformalismus</p>
--	--	--

des E-Feldes, Quellenfreiheit des magnetisches B-Feldes, ein sich veränderndes B-Feld erzeugt ein E-Feld (Induktion), ein elektrischer Strom bzw. ein sich veränderndes E-Feld erzeugt ein B-Feld.

Schwingungen und Wellen

1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden;
- zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden;
- die physikalische Beschreibungsweise anwenden;
- an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.

3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

- den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren;
- funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, die zum Beispiel durch eine Formel vorgegeben werden, verbal beschreiben und interpretieren;
- funktionale Zusammenhänge selbstständig finden;
- vorgegebene (auch bisher nicht im Unterricht behandelte) Formeln zur Lösung von physikalischen Problemen anwenden.

- *Beispiele für mechanische und elektromagnetische Schwingungen*
- *Frequenz*
- *Periodendauer*
- *Amplitude*
- *Differenzialgleichung der harmonischen Schwingung:*

$$m \cdot \ddot{s}(t) = -D \cdot s(t)$$

$$s(t) = s_0 \cdot \sin(\omega t)$$

$$\ddot{I}(t) = -\frac{1}{LC} \sin(\omega t)$$

$$I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega t)$$
- *Resonanz*
- *Analogie der Größen und Bauteile bei mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen*
- *Energiebilanzen in schwingenden Systemen*
- *Herleitung der entsprechenden Differenzialgleichungen und Lösungen harmonischer Schwingungen.*

Möglichkeit eines Schülerpraktikums* mit Hilfe eines Messwerterfassungssystems

Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungssystemen

Vertiefung: Mehrfachschringer, Spektren, Eigenschwingungen

<p>4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; - Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen; - selbstständig Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen; - computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen; - die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden; - geeignete Größen bilanzieren. <p>5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragen selbstständig erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen; - physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen; - Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Auswirkungen erkennen und dieses Wissen für ihr eigenes verantwortungsbewusstes Handeln einsetzen; - Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden. <p>7. Wahrnehmung und Messung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang und den Unterschied zwischen der</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dämpfung: Energie- und Entropiebilanz</i> • <i>Mechanische Welle als Phänomen</i> • <i>Eigenschaften von Wellen</i> • <i>Wellenlänge und Frequenz</i> • <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit</i> • <i>Lineare harmonische Querwelle</i> • <i>Lösungen der Wellengleichung: Auslenkung $s(x, t)$ des Wellenträgers, Beispiele entweder in Abhängigkeit des Ortes oder der Zeit</i> • <i>Elektromagnetische Welle als Phänomen</i> • <i>Licht als elektromagnetische Welle</i> • <i>Analogie mechanischer und elektromechanischer Wellen, insbesondere Vergleich von Schall und Licht</i> • <i>Reflexion (auch Totalreflexion)</i> • <i>Streuung (qualitativ)</i> • <i>Brechung</i> • <i>Beugung</i> • <i>Polarisation</i> • <i>Einzelspalt, Doppelspalt, Mehrfachspalt, Gitter</i> 	<p>Nachweis elektromagnetischer Wellen</p> <p>Lösung $E(x,t)$ und $B(x,t)$ der Wellengleichung für elektromagnetische Wellen</p> <p>Bei Brechung auch quantitative Überlegungen</p> <p>Interferometer</p>
---	--	---

<p>Wahrnehmung beziehungsweise Sinneswahrnehmung und ihrer physikalischen Beschreibung bei folgenden Themenstellungen reflektieren.</p> <p>8. Grundlegende physikalische Größen</p> <p>Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler vor allem die Erhaltungssätze und können sie vorteilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum „Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p> <p>9. Strukturen und Analogien</p> <ul style="list-style-type: none"> - das magnetische und elektrische Feld als physikalisches System beschreiben und die Grundlagen der Maxwelltheorie verstehen, in der die Elektrodynamik auf vier Aussagen zurückgeführt wird; - ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen und Wellen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. <p>10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben.</p> <p>12. Technische Entwicklungen und ihre Folgen</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei weiteren technischen Entwicklungen Chancen und Risiken abwägen; 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Wahrnehmung von Helligkeit, Messung von Intensitätsverteilungen</i> • <i>Überlagerung von Wellen (Interferenz, stehende Welle, Eigenschwingung)</i> • <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer und elektromagnetischer Welle</i> • <i>Überblick über das elektromagnetische Spektrum</i> • <i>Spektren verschiedener Strahler und Spektrallampen (Zusammenhang und Unterschied zwischen Frequenz und Farbe)</i> • <i>Strahlungshaushalt der Erde</i> • <i>Alltagsbezug elektromagnetische Strahlung, Chancen und Risiken technischer Entwicklungen; Beispiele: WLAN, Mobiltelefon, Hochspannungsleitung, Mikrowellenherd, Trafos</i> • <i>Informationstechnologie und elektronische Schaltungen</i> 	<p>Zeigerformalismus</p> <p>Schülerpraktikum* zu Interferenzerscheinungen möglich</p> <p>Kohärenz von Licht, Laser</p> <p>Spektrometrie</p> <p>Die technischen Inhalte lassen sich im Rahmen einer GFS darstellen.</p> <p>Möglichkeit für Schülerpraktikum*</p> <p>Vertiefungsmöglichkeit im Bereich Kosmologie und Astrophysik</p>
--	--	---

<ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten reflektieren, durch die negative Folgen für Mensch und Umwelt minimiert werden 		
Quantenphysik		
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> - zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; - zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; - die physikalische Beschreibungsweise anwenden; - an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben. <p>6. Physik als ein historisch-dynamischer Prozess</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können an Beispielen selbstständig darstellen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - dass physikalische Begriffe und Vorstellungen nicht statisch sind, sondern sich in einer fortwährenden Entwicklung befinden; - welche Faktoren zu Entdeckungen und Erkenntnissen führen (Intuition, Beharrlichkeit, Zufall, ...) <p>13. Modellvorstellungen und Weltbilder</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grenzen der klassischen Physik benennen; - die grundlegenden Gedanken der Quanten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Photoeffekt</i> • <i>Planck'sches Wirkungsquantum</i> • <i>Quantenobjekte:</i> <i>Zusammenhang Energie-Frequenz</i> <i>Zusammenhang Impuls-Wellenlänge</i> <i>Interferenzfähigkeit (Superposition der Möglichkeiten)</i> <i>Komplementarität (Ort-Impuls-Unbestimmtheit und Welcher-Weg-Information)</i> <i>Stochastisches Verhalten</i> <i>Verhalten beim Messprozess (Präparation von Quantenobjekten, Determiniertheit der Wellenfunktion, Kollaps der Wellenfunktion)</i> <i>Nichtlokalität, insbesondere Verschränktheit</i> • <i>Erkenntnistheoretische Aspekte formulieren</i> • <i>Geschichtliche Entwicklung von Modellen und Weltbildern</i> 	<p>Schulexperimente sind nur mit vielen Photonen oder vielen Elektronen möglich.</p> <p>Experimente mit einzelnen Quantenobjekten – wie sie in der aktuellen Forschung durchgeführt werden – lassen sich mithilfe von geeigneter Software oder Gedankenexperimenten darstellen (z.B. Doppelspaltexperiment, Interferometer). Hier kann das Zeigerkonzept erneut zum Einsatz kommen. Ein Quantenradierer-Experiment kann mit einfachen Mitteln in der Schule durchgeführt werden.</p> <p>Übergang vom Quantenobjekt zum klassischen Objekt, z.B. Experimente mit verschränkten Photonen</p> <p>Kausalität</p> <p>Es bietet sich an, hier auf philosophische Diskussionen einzugehen. Zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonnensystem • Universum

Ergänzungen (optional)

1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden;
- zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden;
- die physikalische Beschreibungsweise anwenden;
- an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.

6. Physik als ein historisch-dynamischer Prozess

- Die Schülerinnen und Schüler können an Beispielen selbstständig darstellen,
- dass physikalische Begriffe und Vorstellungen nicht statisch sind, sondern sich in einer fortwährenden Entwicklung befinden;
- welche Faktoren zu Entdeckungen und Erkenntnissen führen (Intuition, Beharrlichkeit, Zufall, ...)

13. Modellvorstellungen und Weltbilder

- Grenzen der klassischen Physik benennen; die grundlegenden Gedanken der Quanten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren.

Aspekte der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie

Datentransport und Speicherung (ev. Im Anschluss an die Behandlung elektromagnetischer Wellen)

* Die vorgegebenen Stundenzahl für Schülerpraktika werden dadurch erreicht