

Bildungsplan 2004

Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovativer
Bildungsservice*

Umsetzungsbeispiel für ein Kerncurriculum im Fach Physik

Standard Kursstufe (4-stündig)
Beispiel 1

März 2010



Landesinstitut
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung
und Evaluation

Schulentwicklung
und empirische
Bildungsforschung

Bildungspläne

Hinweise zur Veröffentlichung von Kerncurricula

Schulische Kerncurricula erheben nicht den Anspruch einer normativen Vorgabe, sie zeigen aber eine mögliche Umsetzung des Bildungsplans. Es handelt sich um Vorschläge, die bei der Erstellung oder Weiterentwicklung eines schul- und facheigenen Kerncurriculums ebenso dienlich sein können wie bei der konkreten Planung des eigenen Unterrichts. Weiterhin enthalten sind Hinweise auf Vertiefungsmöglichkeiten und Ergänzungen für den fächerübergreifenden Unterricht und das Schulcurriculum.

Dabei ist zu bedenken, dass Curricula grundsätzlich keine für alle Zeiten abgeschlossenen Produkte sind, sondern sich in einem Entwicklungsprozess befinden, jeweils neuen Situationen vor Ort angepasst werden und nach Erfahrungswerten fortgeschrieben werden. Sie sind stark an den Kontext der jeweiligen Schule gebunden und müssen auch dort jeweils auf die individuelle Klassensituation bezogen werden.

Kerncurriculum Physik 11/12 (4-stündiger Kurs) – Beispiel 1

	Kerncurriculum 140 Stunden	Schulcurriculum 70 Stunden	Klausuren 30 Stunden	
Elektrodynamik: UE 1: elektrisches Feld UE 2: Magnetisches Feld; elektromagnetische Induktion UE 4: Maxwell'sche Gleichungen	55	23		Hinweis: Alle Inhalte der Bildungsstandards Physik für die Klassen 7–10 sind auch im Bildungsstandard für die Kursstufe 11–12 aufgeführt. Daher werden die Grundlagen der Bildungsstandards bis Klasse 10 vorausgesetzt. Die in diesem Kerncurriculum aufgeführten Inhalte (3. Spalte) werden in der Kursstufe vertieft behandelt.
Elektromagnetische und mechanische Schwingungen und Wellen: UE 3: Schwingungen und Wellen	50	22		
Quantenphysik und Struktur der Materie: UE 5: Grundlagen der Quantenphysik UE 6: Vertiefung der Quantenphysik UE 7: Aspekte der Elementarteilchenphysik	35	25		

Vorbemerkungen

- Der 4-stündige Physikkurs ist auf eine systematische Beschäftigung mit den wesentlichen Inhalten und Grundprinzipien gerichtet und macht damit die Breite, die Komplexität und den Aspektreichtum des Faches und seiner Bezüge zu Natur und Technik deutlich. Er zielt auf eine vertiefte Beherrschung der Fachmethoden und ihrer Anwendung sowie der theoretischen Reflexion ab. Den 4-stündigen Physikkurs zeichnet ein hoher Grad an Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler vor allem beim Experimentieren, in einzelnen Fällen aber auch bei der Wissensgenerierung aus.

Methodische Vereinbarungen

- Durch eigenständiges Arbeiten sollen die Schülerinnen und Schüler Verantwortung für den eigenen Lernprozess übernehmen. Durch aktives Mitgestalten des eigenen Lernprozesses bzw. des Unterrichts wird das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten gestärkt (personale Kompetenz).
- Es werden Unterrichtssituationen arrangiert, bei denen Schülerinnen und Schüler in kleinen Gruppen gemeinsam Aufgaben und Probleme mit einem hohen Grad an Selbstständigkeit beim Experimentieren und der Wissensgenerierung lösen sollen (Methodenkompetenz, soziale Kompetenz).
- Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten eigenständig Fachtexte (Lehrbuch, Artikel aus Fachzeitschriften, Originalarbeiten, etc.) (Methodenkompetenz).
- Es werden Unterrichtssituationen arrangiert, in denen die Schülerinnen und Schüler physikalische Sachverhalte sowohl mündlich als auch schriftlich verbalisieren, dabei exakte Fachsprache benutzen und physikalisch vertieft argumentieren müssen. Dabei müssen sie ihr Vorgehen reflektieren können (Methodenkompetenz, Fachkompetenz).
- Beim Präsentieren von Lern- und Arbeitsergebnissen soll neben sachlicher Korrektheit auch adressatengerechte Verständlichkeit geschult werden (Methodenkompetenz).

Didaktische Vereinbarungen

- Um das kumulative Lernen der Schülerinnen und Schüler zu fördern, sollte der Unterricht so organisiert werden, dass an möglichst vielen Stellen in früheren Klassenstufen erarbeitete physikalische Zusammenhänge wieder aufgegriffen werden.
- Wann immer es möglich ist, sollen im Unterricht Verbindungen zwischen den physikalischen Betrachtungen und ihren Anwendungen und Folgen thematisiert werden.
- Über das Kerncurriculum hinaus soll an weiteren Stellen die Mathematisierung und Formalisierung exemplarisch auch mit Differenzialgleichungen erster Ordnung erfolgen.

Kerncurriculum (2/3 der Zeit)				Schulcurriculum (1/3 der Zeit)		
Kompetenzen (im Sinne der Fachmethoden – Kompetenznummern 1–6)	Thema (im Sinne des Fachwissens – Kompetenznummern 7–13)	Inhalt (mit Angabe der Behandlungstiefe)	Stunden	Halb jahr	Stunden	Mögliche Ergänzungen und Vertiefungen <i>Methodisch-didaktische Hinweise</i> Zusammenarbeit mit anderen Fächern
				UE 1: Elektrisches Feld		
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. 2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft Die Schülerinnen und Schüler können 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. 5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik Die Schülerinnen und Schüler können 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	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 9. Strukturen und Analogien Die Schülerinnen und Schüler können 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.	– Elektrische, mechanische und thermische Größen – Strom-Antrieb-Konzept (mindestens einen Vergleich analoger elektr., mech. und therm. Systeme) – Erhaltungssätze (Impuls, Ladung, Energie, Drehimpuls qualitativ) – Entropieerzeugung – mechanische, elektrische und thermische Energiespeicher und Energietransporte – Kennlinien von Geräten	5	11.1	3	<i>Diese Inhalte können zum Einstieg in die Kursstufe als Wiederholung in Teamarbeit, teilweise im Schülerpraktikum durchgeführt werden</i> <i>Im Weiteren erfolgt eine Vertiefung bzw. Vernetzung mit neuen Inhalten der Kursstufe</i> Vertiefung: – Innenwiderstand von Geräten – Arbeitspunkt

behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.						
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>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.</p> <p>3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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> <p>4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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</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“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p> <p>9. Strukturen und Analogien</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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> <p>10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte – Elektrische Feldstärke – Gravitationsfeldstärke – Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem und Gravitationsfeld – Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien) – Potenzial und Spannung im elektrischen Feld – Quantitativer Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld – Kondensator, Kapazität – Kapazität des Plattenkondensators – Elektrische Feldkonstante – Materie im elektrischen Feld, ϵ_r – Elektrisches und Gravitationsfeld als Energiespeicher (quantitativ für Plattenkondensator, Gravitationsfeld im homogenen Bereich) – Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Längsfeld – Quantisierung der elektrischen Ladung 	18	11.1	10	<p><i>Der in den Vorjahren eher qualitativ erarbeitete Feldbegriff soll jetzt quantitativ betrachtet werden.</i></p> <p><i>Mit einem entsprechenden Computerprogramm (z.B. FeldLab) sollen die Schülerinnen und Schüler die Struktur elektrischer Felder graphisch veranschaulichen (Farbverlauf, Feldlinien, Äquipotenzialflächen).</i></p> <p><i>Bei Auf- und Entladevorgängen von Kondensatoren soll ein Messwerterfassungssystem im Schülerpraktikum zum Einsatz kommen.</i></p> <p><i>Möglichkeit für Präsentationen oder Gruppenpuzzle:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Elektrisches Feld der Erde</i> – <i>Laserdrucker</i> – <i>Blitzableiter</i> – <i>Staubfilter bei Kohlekraftwerken</i>

selbstständig einsetzen; die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden; geeignete Größen bilanzieren.						
						UE 2: Magnetisches Feld, elektromagnetische Induktion
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>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.</p> <p>3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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> <p>4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen; selbstständig Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen;</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“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p> <p>9. Strukturen und Analogien</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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> <p>10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte – Magnetische Feldkonstante – Magnetische Flussdichte – Materie im Magnetfeld, μ_r – Lorentzkraft, Betrag und Richtung – Magnetisches Feld als Energiespeicher (quantitativ für Spule) – Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien) – Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem, magnetischem und Gravitationsfeld – Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld (qualitativ) – Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft – Magnetischer Fluss – Induktion, Induktionsgesetz – Magnetisches Feld und magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule – Induktivität – Induktivität der langgestreckten Spule 	30	11.1 11.2	8	<p>Eine Formulierung mithilfe des Vektorprodukts wird nicht erwartet.</p> <p>Am Beispiel der langgestreckten Spule kann die Energie im magnetischen Feld quantitativ behandelt werden.</p> <p>Bewegung von Teilchen im homogenen Magnetfeld quantitativ</p> <p>Magnetische Flasche</p> <p>Erdatmosphäre</p> <p><i>Der Halleffekt als Grundlage für ein Messgerät bietet sich zur selbstständigen Erarbeitung an.</i></p> <p><i>Einführung in die Induktion mit Hilfe eines Lernzirkels (Homepage RP Freiburg Physik)</i></p> <p>Alltagsgeräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Induktionsherd – Wirbelstrombremse – el. Weidezaun

computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen; die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden; geeignete Größen bilanzieren.		<ul style="list-style-type: none"> – Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen, Generatorprinzip – Phänomen des Energietransports durch elektromagnetische Felder – Grundlegendes Prinzip eines Transformators 				Aus Sicherheitsgründen bietet sich hier die Arbeit mit einem Simulationsprogramm an (z.B. crocodile physics)
UE 3: 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.	7. Wahrnehmung und Messung Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang und den Unterschied zwischen der Wahrnehmung beziehungsweise Sinneswahrnehmung und ihrer physikalischen Beschreibung bei folgenden Themenstellungen reflektieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Beispiele für mechanische und elektromagnetische Schwingungen 	50	11.2 12.1	22	An die Erarbeitung der Gemeinsamkeiten von Schwingungen ist gedacht. Durch Entladung von Kondensatoren über Spulen kann zum Phänomen der elektromagnetischen Schwingung übergeleitet werden. Hier bietet sich die Möglichkeit eines Schülerpraktikums mit Hilfe eines Messwerterfassungssystems an. Analogien zwischen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungssystemen Wiederholung Erhaltungssätze $m \cdot \ddot{s}(t) = -D \cdot s(t)$ $s(t) = s_0 \cdot \sin(\omega t)$ $\ddot{I}(t) = -\frac{1}{LC} \sin(\omega t)$ $I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega t)$ Wiederholung Entropieerzeugung An die Erarbeitung der Gemeinsamkeiten von Wellen (Reflexion, Beugung, Interferenz) ist gedacht. Erdbebenwellen: In diesem Zusammenhang Betrachtung von Longitudinalwellen. An dieser Stelle soll auch der funktionale Zusammenhang zwischen c , λ und f
3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik Die Schülerinnen und Schüler können 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.	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 „Entropieerzeugen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.	<ul style="list-style-type: none"> – Frequenz – Periodendauer – Amplitude – Analogie der Größen und Bauteile bei mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen – Energiebilanzen in schwingenden Systemen – Herleitung der entsprechenden Differenzialgleichungen und Lösungen harmonischer Schwingungen 				
4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; Experimente	9. Strukturen und Analogien Die Schülerinnen und Schüler können 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	<ul style="list-style-type: none"> – Dämpfung: Energie- und Entropiebilanz – Mechanische Welle als Phänomen – Eigenschaften von Wellen – Wellenlänge – Ausbreitungsgeschwindigkeit 				

<p>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> <p>5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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>	<p>mathematische Beschreibung überführen.</p> <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> <p>Die Schülerinnen und Schüler können bei weiteren technischen Entwicklungen Chancen und Risiken abwägen; Möglichkeiten reflektieren, durch die negative Folgen für Mensch und Umwelt minimiert werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Lineare harmonische Querwelle – Lösungen der Wellengleichung: Auslenkung $s(x,t)$ des Wellenträgers, Beispiele entweder in Abhängigkeit des Ortes oder der Zeit – Elektromagnetische Welle als Phänomen – Licht als elektromagnetische Welle – Analogie mechanischer und elektromagnetischer Wellen, insbesondere Vergleich von Schall und Licht – Reflexion – Streuung (qualitativ) – Brechung (qualitativ) – Beugung – Polarisation (qualitativ) – Einzelspalt, Doppelspalt, Mehrfachspalt, Gitter – Wahrnehmung von Helligkeit, Messung von Intensitätsverteilungen – Überlagerung von Wellen (Interferenz, stehende Welle, Eigenschwingung) – Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer und elektromagnetischer Wellen – Überblick über das elektromagnetische Spektrum – Spektren verschiedener Strahler und 		<p>behandelt werden.</p> $s(t,x) = s_0 \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$ <p><i>Zum Nachweis elektromagnetischer Wellen bietet sich hier ein Schülerpraktikum an.</i></p> $E(t,x) = E_0 \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$ $B(t,x) = B_0 \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$ <p><i>Bei der Beschreibung von Interferenzerscheinungen kann die Zeigerdarstellung verwendet werden.</i></p> <p><i>Experimentelle Aufnahme einer Intensitätsverteilung</i></p> <p>Musikinstrumente</p> <p><i>Über das Sender-Empfänger-Modell hinaus ist hier daran gedacht, auch Schall als Wellenphänomen (z.B. stehende Welle) zu betrachten.</i></p> <p><i>Hier ist an den Vergleich der Ausbreitungsgeschwindigkeiten gedacht.</i></p> <p>Interferometer</p>
---	---	--	--	---

		<p>Spektrallampen (Zusammenhang und Unterschied zwischen Frequenz und Farbe)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Strahlungshaushalt der Erde – Alltagsbezug elektromagnetischer Strahlung, Chancen und Risiken technischer Entwicklungen – 2 Beispiele aus den folgenden: WLAN, Mobiltelefon, Hochspannungsleitung, Mikrowellenofen, schnurlose Telefone, Trafos in Wohnräumen – Informationstechnologie und Elektronische Schaltungen 				<p><i>Hier bietet sich eine Podiumsdiskussion an.</i></p> <p><i>Die technischen Inhalte lassen sich im Rahmen einer GFS darstellen.</i></p> <p><i>Hier bietet sich ein Schülerpraktikum an.</i> <i>Es können z. B. einfache MW-Radioempfänger aufgebaut und untersucht werden.</i></p>
UE 4: Maxwell'sche Gleichungen						
<p>1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten</p> <p>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.</p> <p>3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können 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</p>	<p>7. Wahrnehmung und Messung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang und den Unterschied zwischen der 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“. Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen.</p> <p>9. Strukturen und Analogien</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der Maxwelltheorie, in der die Elektrodynamik auf 4 Aussagen zurückgeführt wird: <ul style="list-style-type: none"> – Positive Ladung als Quelle und negative Ladung als Senke des E-Feldes – Quellenfreiheit des magnetischen 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 	2	12.1	2	GFS

finden; vorgegebene (auch bisher nicht im Unterricht behandelte) Formeln zur Lösung von physikalischen Problemen anwenden.	Die Schülerinnen und Schüler können 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.					
4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik Die Schülerinnen und Schüler können 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.						
						UE 5: Grundlagen der Quantenphysik
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,	13. Modellvorstellungen und Weltbilder Die Schülerinnen und Schüler können Grenzen der klassischen Physik benennen; die grundlegenden Gedanken der Quanten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren.	– Photoeffekt – Planck'sches Wirkungsquantum – Quantenobjekte: Zusammenhang Energie–Frequenz – Quantenobjekte: Zusammenhang Impuls–Wellenlänge – Quantenobjekte: Interferenzfähigkeit (Superposition der Möglichkeiten) – Quantenobjekte: Komplementarität (Ort-Impuls-Unbestimmtheit und Welcher-Weg-Information) – Quantenobjekte: Stochastisches Verhalten	25	12.1 12.2	11	<i>Schulexperimente sind nur mit vielen Photonen oder vielen Elektronen möglich.</i> <i>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)</i> <i>Zur Beschreibung der Phänomene sollte keine Modellvorstellung eingesetzt werden, in der das Nebeneinander von Wellen- und Teilchenmodell dargestellt wird. So kann z.B. die didaktische Reduktion der QED von Richard Feynman der Ausgangspunkt für diesen Unterrichtsgang sein. Hier kann das Zeigerkonzept erneut zum Einsatz kommen.</i> <i>Ein Quantenradierer-Experiment kann mit einfachen Mitteln in der Schule durchgeführt werden.</i>

Beharrlichkeit, Zufall, ...).		<ul style="list-style-type: none"> – Quantenobjekte: Verhalten beim Messprozess (Präparation von Quantenobjekten, Determiniertheit der Wellenfunktion, Kollaps der Wellenfunktion) – Quantenobjekte: Nichtlokalität, insbesondere Verschränktheit – Quantenobjekte: Erkenntnistheoretische Aspekte formulieren 				<p>Übergang vom Quantenobjekt zum klassischen Objekt, Dekohärenz</p> <p><i>z.B. Experimente mit verschränkten Photonen</i></p> <p><i>Hier sollen Probleme der Kausalität besprochen werden. Es bietet sich an, hier auf philosophische Diskussionen einzugehen.</i></p>
	13. Modellvorstellungen und Weltbilder Die Schülerinnen und Schüler können Grenzen der klassischen Physik benennen; die grundlegenden Gedanken der Quanten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren.	– geschichtliche Entwicklung von Modellen und Weltbildern				<p>Zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sonnensystem – Universum – Folgerungen aus der speziellen Relativitätstheorie – deterministisches Chaos
UE 6: Vertiefung der Quantenphysik						
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.	11. Struktur der Materie Die Schülerinnen und Schüler können Teilchenmodelle an geeigneten Stellen anwenden und kennen deren jeweilige Grenzen; die Struktur der Materie auf der Basis einer quantenphysikalischen Modellvorstellung beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> – Linearer Potenzialtopf – Atomhülle und Energiequantisierung – Linienspektren – Grundlegende Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik – Atomkern 	6	12.2	10	<p><i>Hierbei ist nicht an eine mathematische Behandlung der Schrödingergleichung, sondern an die Erarbeitung mit Hilfe geeigneter Simulationssoftware in Teamarbeit gedacht.</i></p> <p><i>Das Thema „Linienspektren“ soll in Klasse 10 bei „zeitgemäßen Atommodellen“ inhaltlich vorbereitet werden.</i></p> <p>Beispiele für Potenziale:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Eindimensionaler unendlich hoher Potenzialtopf. Hier ist die Analogie zwischen stehenden Wellen und Wellenfunktionen hilfreich. – Eindimensionaler endlich hoher Potenzialtopf

						– Coulomb-Potenzial, Quantenzahlen und Orbitale beim Wasserstoffatom Einführung eines statistischen Entropiebegriffs auf Grundlage der Quantenphysik
						UE 7: Aspekte der Elementarteilchenphysik
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.	11. Struktur der Materie Die Schülerinnen und Schüler können Teilchenmodelle an geeigneten Stellen anwenden und kennen deren jeweilige Grenzen; die Struktur der Materie auf der Basis einer quantenphysikalischen Modellvorstellung beschreiben.	– Aspekte der Elementarteilchenphysik im Überblick: – Leptonen, Hadronen, Quarks – Untersuchungsmethoden (Spektren, hochenergetische Strahlen, Detektoren)	4	12.2	4	<i>Exkursion, z.B. CERN</i>