

Bildungsplan 2004

Allgemein bildendes Gymnasium

*Innovativer
Bildungsservice*

Umsetzungsbeispiel für ein Kerncurriculum im Fach Physik

Standard Kursstufe (4-stündig)
Beispiel 4

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) mit Hinweisen auf das Schulcurriculum – Beispiel 4

	Kerncurriculum 140 Stunden	Schulcurriculum 70 Stunden	Klausuren 30 Stunden
Elektrodynamik:	55	29	
Elektromagnetische und mechanische Schwingungen und Wellen:	50	23	
Quantenphysik und Struktur der Materie:	35	18	

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.

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	Halbjahr	Stunden	Mögliche Ergänzungen und Vertiefungen <i>Methodisch-didaktische Hinweise</i> Zusammenarbeit mit anderen Fächern
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	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 – Kennlinien von Geräten – Erhaltungssätze (Impuls, Ladung, Energie, Drehimpuls qualitativ) – Strom-Antrieb-Konzept (mindestens einen Vergleich analoger elektr., mech. und therm. Systeme)	7	11.1	5	Die Wiederholung kann auch an passenden Stellen zu einem späteren Zeitpunkt im Unterrichtsverlauf erfolgen. <i>Planarbeit:</i> – Stromstärke – Spannung – Elektrische Ladung – Widerstand <i>Praktikum:</i> – Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen – Belastungskennlinie einer Batterie

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>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>2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft</p> <p>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.</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</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</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Gravitationsfeldstärke – Elektrische Feldstärke – Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien) – Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte – Potenzial und Spannung im elektrischen Feld – Quantitativer Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld – Quantisierung der elektrischen Ladung – Kondensator, Kapazität – Elektrische Feldkonstante – Kapazität des Plattenkondensators – Materie im elektrischen Feld, ϵ_r – Elektrisches und Gravitationsfeld als Energiespeicher (quantitativ für Plattenkondensator, Gravitationsfeld im homogenen Bereich) – mechanische, elektrische und thermische Energiespeicher und Energietransporte 	18	11.1	8	<p>Erdmagnetfeld</p> <p><i>Praktikum Potenzialtrog Simulationsprogramme</i></p> <p>Anwendung von Kondensatoren <i>Praktikum: Ein- und Ausschaltvorgang am Kondensator, Modellbildung</i> Verschiebungspolarisation</p>

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.

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.

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 behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.

wichtige Geräte funktional beschreiben.

– Magnetische Flussdichte – Magnetisches Feld und magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule – Magnetische Feldkonstante – Materie im Magnetfeld, μ_r	8	11.1	1	Einsatz eines Messwerterfassungssystems
– Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem, magnetischem und Gravitationsfeld	1	11.1	0	
– Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Längsfeld	2	11.1	3	Quantitative Behandlung der Bewegung von geladenen Teilchen im elektrischen Quersfeld
– Lorentzkraft, Betrag und Richtung – Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld (qualitativ) – Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft	4	11.1	4	Kreisbahn quantitativ e/m-Bestimmung Halleffekt Ladungsträgerdichte Wienfilter
– Induktion – Magnetischer Fluss – Induktionsgesetz	7	11.2	2	Wirbelströme und deren Anwendungen
– Induktivität – Induktivität der langgestreckten Spule – Magnetisches Feld als Energiespeicher (quantitativ für Spule)	4	11.2	2	Ein- und Ausschaltvorgang einer Spule, Modellbildung
– Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen, Generatorprinzip – Phänomen des Energietransports durch elektromagnetische Felder – Grundlegendes Prinzip eines Transformators	2	11.2	3	Energieversorgung Praktikum zum Transformator
– Grundlagen der Maxwelltheorie, in der die Elektrodynamik auf 4 Aussagen zurückgeführt wird: – Positive Ladung als Quelle und negati-	1	11.2	0	

		<ul style="list-style-type: none"> ve 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 				
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.	10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben.	– Informationstechnologie und Elektronische Schaltungen	1	11.2	1	Praktikum
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 – Frequenz – Periodendauer – Amplitude 	2	11.2	0	
2. Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft Die Schülerinnen und Schüler können die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Expe-	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	<ul style="list-style-type: none"> – Herleitung der entsprechenden Differenzialgleichungen und Lösungen harmonischer Schwingungen 	6	11.2	5	Grundlagen der Trigonometrie Zusammenarbeit mit Mathematik Zeigerdiagramm Überlagerung von Schwingungen
		<ul style="list-style-type: none"> – Analogie der Größen und Bauteile bei mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen – Energiebilanzen in schwingenden Sys- 	3	11.2	0	

riment, Bewertung, ... anwenden und reflektieren; ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren.

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.

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.

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

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.

10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen

Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben.

temen				
– Entropieerzeugung	2	11.2	0	
– Dämpfung: Energie- und Entropiebilanz				
– Mechanische Welle als Phänomen	5	11.2	3	Zeigermodell Longitudinalwellen
– Eigenschaften von Wellen				
– Lineare harmonische Querwelle				
– Wellenlänge				
– Ausbreitungsgeschwindigkeit				
– Lösungen der Wellengleichung: Auslenkung $s(x,t)$ des Wellenträgers, Beispiele entweder in Abhängigkeit des Ortes oder der Zeit	2	11.2	0	
– Elektromagnetische Welle als Phänomen	7	11.2	6	Hertz'scher Dipol
– Licht als elektromagnetische Welle				
– Analogie mechanischer und elektromagnetischer Wellen, insbesondere Vergleich von Schall und Licht				
– Streuung (qualitativ)				
– Brechung (qualitativ)				
– Polarisation (qualitativ)				
– Reflexion				Anwendungen der Polarisation: Huygens'sches Prinzip Brechungsgesetz Dispersion
– Beugung				
– Überlagerung von Wellen (Interferenz, stehende Welle, Eigenschwingung)	8	12.1	4	Zeigermodell
– Einzelspalt, Doppelspalt, Mehrfachspalt, Gitter	7	12.1	2	Erklärung im Zeigermodell
– Wahrnehmung von Helligkeit, Messung von Intensitätsverteilungen				
– Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer und elektromagnetischer Wellen	1	12.1	1	Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit

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.		<ul style="list-style-type: none"> – Spektren verschiedener Strahler und Spektrallampen (Zusammenhang und Unterschied zwischen Frequenz und Farbe) – Überblick über das elektromagnetische Spektrum – Strahlungsbilanz der Erde 	3	12.1	0	
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. 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 behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.	10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben. 12. Technische Entwicklungen und ihre Folgen 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.	<ul style="list-style-type: none"> – Alltagsbezug elektromagnetischer Strahlung, Chancen und Risiken technischer Entwicklungen – 2 Beispiele aus den folgenden: WLAN, Mobiltelefon, Hochspannungsleitung, Mikrowellenofen, schnurlose Telefone, Trafos in Wohnräumen 	3	12.1	1	<i>Analyse von Artikeln aus Zeitungen und Zeitschriften</i> <i>Mit Berücksichtigung des Zusammenhanges zwischen Frequenz und Energie ist es empfehlenswert, diese Inhalte nach dem Fotoeffekt zu behandeln.</i>
1. Physik als Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten Die Schülerinnen und Schüler können zwischen Beobachtung und physikalischer	13. Modellvorstellungen und Weltbilder Die Schülerinnen und Schüler können Grenzen der klassischen Physik benennen; die grundlegenden Gedanken der Quan-	<ul style="list-style-type: none"> – geschichtliche Entwicklung von Modellen und Weltbildern 	2	12.1	1	<i>Möglichkeit zu Teamarbeit und Präsentation</i>

<p>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>6. Physik als ein historisch-dynamischer Prozess</p> <p>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, ...).</p>	<p>ten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren.</p>					
<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>6. Physik als ein historisch-dynamischer Prozess</p> <p>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, ...).</p>	<p>13. Modellvorstellungen und Weltbilder</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können Grenzen der klassischen Physik benennen; die grundlegenden Gedanken der Quanten- und Atomphysik, Untersuchungsmethoden und erkenntnistheoretische Aspekte formulieren.</p>	<p>– Photoeffekt</p> <p>– Planck'sches Wirkungsquantum</p> <p>– Quantenobjekte: Zusammenhang Energie–Frequenz</p>	<p>5</p>	<p>12.1</p>	<p>0</p>	
		<p>– Quantenobjekte: Zusammenhang Impuls–Wellenlänge</p> <p>– Quantenobjekte: Interferenzfähigkeit (Superposition der Möglichkeiten)</p> <p>– Quantenobjekte: Komplementarität (Ort-Impuls-Unbestimmtheit und Welcher-Weg-Information)</p> <p>– Quantenobjekte: Stochastisches Verhalten</p> <p>– Quantenobjekte: Verhalten beim Messprozess (Präparation von Quantenobjekten, Determiniertheit der Wellenfunktion, Kollaps der Wellenfunktion)</p> <p>– Quantenobjekte:</p>	<p>14</p>	<p>12.1</p>	<p>7</p>	<p>Weitere Beispiele für Quantenobjekte (z.B. Fullerene), Elektronenbeugungsröhre, Elektronenmikroskop, Quantencomputer</p> <p><i>Einsatz von Simulationsprogrammen</i></p> <p>Knallertest</p> <p>Absprache mit der Mathematik Erweiterung des Zeigermodells</p> <p>Schrödingers Katze</p>

		Nichtlokalität, insbesondere Verschränktheit				EPR-Experiment Quantenkryptographie Teleportation
		– Quantenobjekte: Erkenntnistheoretische Aspekte formulieren	1	12.1	2	<i>Lernzirkel</i> <i>Möglichkeit zum Rollenspiel</i>
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.	– Linearer Potenzialtopf – Atomhülle und Energiequantisierung – Linienspektren – Grundlegende Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik – Atomkern – Aspekte der Elementarteilchenphysik im Überblick: – Leptonen, Hadronen, Quarks – Untersuchungsmethoden (Spektren, hochenergetische Strahlen, Detektoren)	15	12.2	9	Laser Kernumwandlungen Kernkraftwerke Vertiefung des Standardmodells