

### 3.3 Inhaltsbezogene Kompetenzen mit Zuordnung prozessbezogener Kompetenzen in der Qualifikationsphase

In den folgenden Tabellen werden die verbindlichen inhaltsbezogenen Kompetenzen (in Verbindung mit ausgewählten prozessbezogenen Kompetenzen) dargestellt, die am Ende der Qualifikationsphase erworben sein sollen.

#### Elektrizität

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben elektrische Felder durch ihre Kraftwirkungen auf geladene Probekörper.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung.</li> <li>• beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren Feldlinienbilder für das homogene Feld und das Feld einer Punktladung.</li> <li>• beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Einheit der Ladung und erläutern die Definition der elektrischen Feldstärke.</li> <li>• beschreiben ein Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Grundlage von Kraftmessungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten in diesem Zusammenhang Messreihen aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und elektrischer Stromstärke.</li> <li>• nennen die Definition der elektrische Spannung als der pro Ladung übertragbaren Energie.</li> </ul>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen der Feldstärke in einem Plattenkondensator und der anliegenden Spannung.</li> <li>• geben die Energiebilanz für einen freien geladenen Körper im elektrischen Feld eines Plattenkondensators an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe dieser Energiebilanz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Entladevorgang eines Kondensators mithilfe einer Exponentialfunktion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen angeleitet Experimente zum Entladevorgang durch.</li> <li>• ermitteln aus den Messdaten den zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhang.</li> <li>• begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch.</li> <li>• ermitteln aus den Messdaten die Parameter <math>R</math> bzw. <math>C</math> des zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhangs und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis <math>e</math> dar.</li> <li>• begründen die Auswahl einer exponentiellen Regression auf der Grundlage der Messdaten.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators durch.</li> <li>• beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch.</li> <li>• beschreiben eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren in technischen Systemen.</li> <li>• berechnen die Kapazität eines Plattenkondensators aus seinen geometrischen Abmessungen.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben magnetische Felder durch ihre Wirkung auf Kompassnadeln.</li> <li>• ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.</li> <li>• berechnen die magnetische Flussdichte <math>B</math> (Feldstärke <math>B</math>) im Inneren einer mit Luft gefüllten, schlanken Spule.</li> <li>• nennen die Definition der magnetischen Flussdichte <math>B</math> (Feldstärke <math>B</math>) in Analogie zur elektrischen Feldstärke.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</li> <li>• erläutern ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> mithilfe einer Stromwaage.</li> <li>• begründen die Definition mithilfe geeigneter Messdaten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</li> <li>• planen mit vorgegebenen Komponenten ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> auf der Grundlage einer Kraftmessung.</li> <li>• führen ein Experiment zur Bestimmung von <math>B</math> durch und werten es aus.</li> <li>• begründen die Definition mithilfe dieser Messdaten.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bewegung von freien Elektronen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ unter Einfluss der Lorentzkraft,</li> <li>○ unter Einfluss der Kraft im homogenen elektrischen Querfeld,</li> <li>○ <b>nur eA:</b> im Wien-Filter.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den prinzipiellen Verlauf der Bahnkurven.</li> <li>• leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Querfeld her.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten dazu die Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons her und bestimmen die Elektronenmasse.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Entstehung der Hallspannung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</li> <li>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten die Gleichung für die Hallspannung in Abhängigkeit von der Driftgeschwindigkeit anhand einer geeigneten Skizze her.</li> <li>• führen selbstständig Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</li> <li>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung qualitativ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur gA:</b> nennen den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und einer linearen zeitlichen Änderung von <math>B</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes für den Fall linearer Änderungen von <math>B</math> aus.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form auf vorgegebene lineare und sinusförmige Verläufe von <math>\Phi</math> an.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den Verlauf von <math>t</math>-<math>U</math>-Diagrammen für lineare und sinusförmige Änderungen von <math>B</math> oder <math>A</math>.</li> <li>• werten geeignete Versuche bzw. Diagramme zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.</li> <li>• stellen technische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.</li> </ul>

## Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen harmonische Schwingungen grafisch dar.</li> <li>beschreiben harmonische Schwingungen mithilfe von Amplitude, Periodendauer und Frequenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.</li> <li>haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop und Interface).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden die Zeigerdarstellung oder Sinuskurven zur grafischen Beschreibung.</li> <li>haben Erfahrungen im Ablesen von Werten an einem registrierenden Messinstrument (Oszilloskop und Interface).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels und das lineare Kraftgesetz an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bestätigen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> <li>ermitteln geeignete Ausgleichskurven.</li> <li>wenden diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>nur eA:</b> beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen.</li> <li><b>nur eA:</b> beschreiben die Bedingung, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen <math>t</math>-<math>s</math>- und <math>t</math>-<math>v</math>-Diagramme.</li> <li>erläutern den Begriff <i>Resonanz</i> anhand eines Experiments.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen longitudinale und transversale Wellen.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen experimentell die Winkelabhängigkeit der Intensität des durchgehenden Lichts bei einem Paar von Polarisationsfiltern.</li> <li>• interpretieren in diesem Zusammenhang das Quadrat der Zeigerlänge bzw. das Quadrat der Amplitude der zugehörigen Sinuskurve als Intensität.</li> <li>• stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display dar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>nur eA:</b> stehende Welle,</li> <li>○ Michelson-Interferometer,</li> <li>○ Doppelspalt.</li> </ul> </li> <li>• <b>nur eA:</b> deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben und deuten Interferenz bei der Bragg-Reflexion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung der aus dem Unterricht bekannten Situationen.</li> <li>• erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Beschreibung und Deutung.</li> <li>• erläutern die technische Verwendung des Michelson-Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.</li> <li>• erläutern die Veränderung des Interferenzmusters beim Übergang vom Doppelspalt zum Gitter.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern ein Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihre Kenntnisse über Interferenz auf die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium an.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>nur eA:</b> Ultraschall bei stehenden Wellen</li> <li>○ Schall mit zwei Sendern,</li> <li>○ Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer,</li> <li>○ weißem und monochromatischem Licht mit einem Gitter (objektiv / <b>nur eA:</b> subjektiv),</li> <li>○ <b>nur eA:</b> Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten entsprechende Experimente angeleitet aus.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Interferenz am Doppelspalt vorstrukturiert und begründet her.</li> <li>• beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile auf der Grundlage einer vorgegebenen Skizze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten entsprechende Experimente aus.</li> <li>• leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her.</li> <li>• wenden das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten an.</li> <li>• beschreiben die Funktion der zugehörigen optischen Bauteile.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurbabstandes bei einer CD/DVD an.</li> <li>• erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion.</li> </ul>

## Quantenobjekte

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre.</li> <li>• ermitteln die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.</li> <li>• <b>nur eA:</b> nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern.</li> <li>• bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern oder mithilfe der Braggreflexion.</li> <li>• bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die jeweiligen Interferenzmuster bei Doppelspaltexperimenten für einzelne Photonen bzw. Elektronen stochastisch.</li> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben die wesentliche Aussage der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die entstehenden Interferenzmuster bei geringer und hoher Intensität.</li> <li>• verwenden zur Deutung der Interferenzmuster die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen der Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen) an.</li> <li>• erläutern an einem Mehrfachspaltexperiment die Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.</li> </ul>



Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.</li> <li>• <b>nur eA:</b> interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Begriffe <i>Komplementarität</i> und <i>Nicht-lokalität</i> mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die experimentelle Bestimmung der planckschen Konstante <math>h</math> mit LEDs in ihrer Funktion als Energiewandler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• überprüfen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das zugehörige Experiment mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben ein Experiment zur Bestimmung der Energie der Photoelektronen beim äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle.</li> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation an.</li> <li>• deuten das zugehörige <math>f</math>-<math>E</math>-Diagramm.</li> <li>• ermitteln aus Röntgenbremsspektren einen Wert für die plancksche Konstante <math>h</math>.</li> </ul>

## Atomhülle

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.</li> <li>• nennen die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.</li> <li>• beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden an.</li> <li>• leiten die Gleichung für die Gesamtenergie eines Elektrons in diesem Modell her.</li> <li>• beschreiben die Aussagekraft und die Grenzen dieses Modells.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... <b>nur eA:</b> ... und Röntgenstrahlung.</li> <li>• erläutern einen Franck-Hertz-Versuch.</li> <li>• erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.</li> <li>• beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.</li> <li>• ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären diese Beobachtungen durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.</li> <li>• beschreiben Wellenlängen-Intensitäts-Spektren von Licht.</li> <li>• ermitteln eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.</li> <li>• beschreiben die Vorgänge der Fluoreszenz an einem einfachen Energieniveauschema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</li> <li>• erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu.</li> <li>• erklären ein charakteristisches Röntgenspektrum auf der Grundlage dieser Kenntnisse.</li> <li>• wenden die Balmerformel an.</li> <li>• erläutern und bewerten die Bedeutung der Fluoreszenz in Leuchtstoffen an den Beispielen Leuchtstoffröhre und „weiße“ LED.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> erläutern die Grundlagen der Funktionsweise eines He-Ne-Lasers.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen diese unter Verwendung vorgegebener Darstellungen strukturiert und angemessen dar.</li> <li>• beschreiben eine technische Anwendung, die auf der Nutzung eines Lasersystems beruht.</li> </ul>

## Atomkern

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten.</li> <li>• erläutern das Zerfallsgesetz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus.</li> <li>• erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.</li> <li>• übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge.</li> <li>• beurteilen Gültigkeitsgrenzen der mathematischen Beschreibung aufgrund der stochastischen Natur der Strahlung.</li> <li>• erläutern das Prinzip des C-14-Verfahrens zur Altersbestimmung.</li> <li>• modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.</li> <li>• wenden dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.</li> <li>• beschreiben grundlegende Eigenschaften von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln aus einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids und die von ihm emittierte Strahlungsart.</li> <li>• beschreiben grundlegende Eigenschaften von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung.</li> </ul>

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für ...	
	Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau	Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines Halbleiterdetektors für die Energiemessung von Kernstrahlung.</li> <li>• interpretieren ein <math>\alpha</math>-Spektrum auf der Basis der zugehörigen Zerfallsreihe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</li> <li>• wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie-Häufigkeits-Diagramm).</li> <li>• wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nur eA:</b> beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.</li> </ul>

## Anhang

### A 1 Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)

Ein wichtiger Bestandteil jeder Aufgabenstellung sind Operatoren. Sie bezeichnen als Handlungsverben diejenigen Tätigkeiten, die vom Prüfling bei der Bearbeitung von Prüfungsaufgaben ausgeführt werden sollen.

Operatoren werden durch den Kontext der Prüfungsaufgabe erst konkretisiert bzw. präzisiert: durch die Formulierung bzw. Gestaltung der Aufgabenstellung, durch den Bezug zu Textmaterialien/Abbildungen bzw. Problemstellungen, durch die Zuordnung zu Anforderungsbereichen im Erwartungshorizont. Aufgrund dieser vielfältigen wechselseitigen Abhängigkeiten lassen sich Operatoren zumeist nicht präzise einzelnen Anforderungsbereichen zuschreiben.

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
abschätzen	durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
aufstellen einer Reaktionsgleichung	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
berechnen	Numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen
beurteilen/Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen

<b>Operator</b>	<b>Beschreibung der erwarteten Leistung</b>
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren/erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen
durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen begründet eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben
ordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte in Kategorien einordnen
planen eines Experiments	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
überprüfen/prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen