

# Stoffverteilungsplan Physik Qualifikationsphase 1 und 2 KGS-Sehnde

Im Stoffverteilungsplan wird zwischen Prozessbezogenen und Inhaltsbezogenen Kompetenzen unterschieden:

| Prozessbezogene Kompetenzbereiche  | Inhaltsbezogener Kompetenzbereich  |
|--|--|
| <p><i>Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalisch argumentieren</li> <li>• Probleme lösen</li> <li>• Planen, experimentieren, auswerten</li> <li>• Mathematisieren</li> <li>• Mit Modellen arbeiten</li> <li>• Erkenntniswege der Physik beschreiben</li> </ul> <p><i>Kompetenzbereich Kommunikation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunizieren und dokumentieren</li> </ul> <p><i>Kompetenzbereich Bewertung</i></p> | <p>Das Fachwissen wird in die folgenden Themenbereiche untergliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrizität</li> <li>• Schwingungen und Wellen</li> <li>• Quantenobjekte</li> <li>• Atomhülle</li> <li>• Atomkern</li> </ul> |

## **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung**

### **Physikalisch argumentieren: Die Schülerinnen und Schüler ...**

- argumentieren insbesondere mithilfe von Kräften und Energiebilanzen.
- verwenden die erlernte Fachsprache sicher und wählen die Sprachebene bewusst aus.
- formulieren Hypothesen und überprüfen sie mithilfe von Experimenten.
- argumentieren zusätzlich mithilfe der Diagramme von Winkelfunktionen bzw. der Zeigerdarstellung, den Gleichungen linearer Funktionen, einfacher Potenzfunktionen sowie Exponentialfunktionen und ziehen zur Argumentation Ableitung und Flächeninhalt heran.

### **Probleme lösen: Die Schülerinnen und Schüler ...**

- ziehen zusätzlich ausgewählte Fachliteratur zur Problemlösung heran.
  - nutzen Termumformungen für Deduktionen.
  - nutzen Experimente zur Problemlösung und schließen induktiv.
  - wenden Kenntnisse auf ausgewählte technische Anwendungen an.
- übertragen Kenntnisse analog auf andere Situationen und verwenden dazu auch einfache mathematische Modelle.

### **Planen, experimentieren, auswerten: Die Schülerinnen und Schüler ...**

- haben Erfahrungen im Umgang mit einem registrierenden Messinstrument (z. B. Oszilloskop / Interface) sowie im Umgang mit elektrischen Messinstrumenten.
- haben Erfahrung mit der Planung, Durchführung und Dokumentation von Experimenten.
- nutzen zur Dokumentation und Auswertung von Messergebnissen GTR/CAS oder Tabellenkalkulation.
- wählen geeignete Ausgleichskurven und funktionale Zusammenhänge mithilfe von GTR/CAS oder Tabellenkalkulation begründet aus.
- bestimmen die Messunsicherheit der Messwerte durch Abschätzen. **zusätzlich für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau:** bestimmen den Einfluss der Messunsicherheit auf die Ergebnisse durch Abschätzen.

### **Mathematisieren: Die Schülerinnen und Schüler ...**

- verwenden physikalische Symbole sachgerecht.
  - entnehmen grafischen Darstellungen und Termen die physikalischen Sachverhalte auch im Zusammenhang mit Ableitung und Fläche.
  - wählen geeignete Ausgleichskurven und funktionale Zusammenhänge auch mithilfe von CAS/GTR oder Tabellenkalkulation begründet aus.
  - bestimmen die Messunsicherheit der Messwerte durch Abschätzen und wenden die Vereinbarung über geltende Ziffern auf das Ergebnis an. **zusätzlich für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau:** bestimmen den Einfluss der Messunsicherheit auf die Ergebnisse durch Abschätzen und runden die Ergebnisse auf dieser Basis sachgerecht.
  - nutzen funktionale Zusammenhänge, Gleichungen und Termumformungen für deduktive Schlüsse.
  - stellen Zusammenhänge in Form von Funktionsgleichungen und Differenzgleichungen dar und modellieren einfache Abläufe damit.
  - verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur mathematischen Beschreibung sowohl für Wellen als auch für Quanten.
- erläutern, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt durch das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder eine andere geeignete Berechnung bestimmt wird.

### **Mit Modellen arbeiten: Die Schülerinnen und Schüler ...**

- stellen Zusammenhänge in Form von Funktionsgleichungen dar und modellieren einfache Abläufe mit Differenzgleichungen.
- erläutern das Modell des Potenzialtopfs und ziehen es als heuristisches Hilfsmittel zur Problemlösung heran.
- verwenden die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung zur Lösung von Problemen in den Themenbereichen Wellen und Quanten.
- erkennen Strukturgleichheiten und nutzen sie dafür, vorhandene Kenntnisse angeleitet auf andere Situationen zu übertragen.
- beurteilen ein Ergebnis aufgrund einer Betrachtung der Messunsicherheiten sachgerecht und begründet.
- erläutern, dass man mithilfe experimenteller Daten Hypothesen zwar widerlegen, aber nie beweisen kann.
- erörtern die Funktion eines Experiments bei der Entscheidung über Hypothesen bzw. zur Initiierung von Ideen.
- erläutern die Vorgehensweise zur Informationsgewinnung aus Experimenten.
- erläutern die Bedeutung von Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen.
- erläutern die Besonderheiten der quantenphysikalischen Sichtweise.

## Erkenntniswege der Physik beschreiben und reflektieren

Die hier beschriebenen Kompetenzen treten im Sekundarbereich II zu den aus dem Sekundarbereich I bekannten hinzu. Im Sekundarbereich I wird das Nachdenken über die Aussagekraft physikalischer Gesetze im Wesentlichen auf die Beurteilung von Messgenauigkeiten beschränkt. Es wird altersgemäß nur ansatzweise darüber reflektiert, wie man in der Physik zu Erkenntnissen oder Gesetzen kommt. Im Sekundarbereich II stehen nun mehr Beispiele zur Verfügung, der Grad der systematischen Ordnung der Sachgebiete hat zugenommen. Deswegen ist es nun möglich und sinnvoll, auf dieser Basis über Wege der Erkenntnisgewinnung zu reflektieren. Je nach individuellem Interesse werden die hier beschriebenen Kompetenzen bei der Unterrichtsplanung bestimmten Inhalten zugeordnet.

## Kompetenzbereich Kommunikation

### Kommunizieren und Dokumentieren: Die Schülerinnen und Schüler ...

- haben Erfahrungen mit der selbstständigen Dokumentation von Versuchsergebnissen.
- ziehen zur Dokumentation selbstständig Bilder, Texte, Skizzen und Diagramme heran.
- sind geübt in der vereinbarten Dokumentation von Arbeitsschritten mit dem eingeführten elektronischen Rechenwerkzeug.
- verwenden die Fachsprache in den behandelten Gebieten sicher.

#### **zusätzlich für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau:**

- strukturieren und interpretieren fachbezogene Darstellungen für komplexe Sachverhalte, Phänomene in der Natur und Anwendungen in der Technik.
- präsentieren Arbeitsergebnisse situations- und adressatengerecht unter Verwendung geeigneter Darstellungsmethoden.
- führen zu einem Sachverhalt ein Fachgespräch auf angemessenem Niveau.
- arbeiten sachgerecht und zielgerichtet in einer Gruppe.

## Kompetenzbereich Bewertung

### Bewerten: Die Schülerinnen und Schüler ...

... sind vertraut mit physiktypischen Bewertungsansätzen, indem sie ...

- *siehe Fußnote<sup>1</sup>*
- den Aspektcharakter der Wissenschaft Physik an ausgewählten Beispielen erläutern.
- die Beziehung zwischen Physik und Technik an ausgewählten Beispielen darstellen.  
Beispiele für die historische oder gesellschaftliche Bedingtheit physikalischer Sichtweisen benennen.

<sup>1</sup> Diese Kompetenzen werden in „Erkenntniswege der Physik“ weiter ausgeführt.

1. Semester: Themenbereich Elektrizität – Kursthema: Elektrische und magnetische Felder

| Inhaltsbezogene Kompetenzen   | Prozessbezogene Kompetenzen   |  |
|---|---|--|
| Fachwissen  | Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau  | Zusätzlich 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 typische Fälle.</li> <li>• beschreiben die Bedeutung elektrischer Felder für eine technische Anwendung (z. B. die Kopiertechnik)</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 Kraftmessung.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten in diesem Zusammenhang Messreihen angeleitet aus.</li> <li>• erläutern mithilfe einer Analogiebetrachtung, dass <math>g</math> als Gravitationsfeldstärke aufgefasst werden kann.</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 mithilfe der pro Ladung übertragbaren Energie.</li> <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>• ziehen Analogiebetrachtungen zur Erläuterung dieses Zusammenhangs heran.</li> <li>• bestimmen angeleitet die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe von Energiebilanzen.</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 Experimente zum Entladevorgang durch.</li> <li>• ermitteln aus den Messdaten die Parameter des zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhangs.</li> <li>• begründen den exponentiellen Verlauf.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... und stellen diesen mit der Exponentialfunktion zur Basis <math>e</math> dar.</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>• erläutern Einsatzmöglichkeiten von Kondensatoren als Energiespeicher 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> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die Richtung von magnetischen Feldern mit Kompassnadeln.</li> <li>• ermitteln Richtung (Dreifingerregel) und Betrag der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im homogenen Magnetfeld.</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>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</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>• skizzieren Magnetfeldlinienbilder für einen geraden Leiter und eine Spule.</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> </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 <math>E</math>-Feld,</li> <li>○ im Wien-Filter <b>sinnvoll auch im vierten Semester in Zusammenhang mit einem Massenspektrometer.</b></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>• leiten vorstrukturiert die Gleichung für die Bahnkurve im homogenen elektrischen Feld her.</li> </ul>                |
| <p><b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Entstehung der Hallspannung.</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 Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen selbstständig Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</li> </ul>                |
| <p><b>Im Falle eines kurzen ersten Semesters kann der Themenbereich Induktion auch im zweiten Semesterunterrichtet werden!</b></p>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Erzeugung einer Induktionsspannung durch die zeitliche Änderung von <math>B</math> bzw. <math>A</math> qualitativ.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache qualitative Experimente zur Erzeugung einer Induktionsspannung durch.</li> <li>• erläutern das Prinzip eines dynamischen Mikrofons.</li> </ul>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form auf lineare und sinusförmige Verläufe von <math>\Phi</math> an.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten geeignete Versuche zur Überprüfung des Induktionsgesetzes aus.</li> <li>• stellen technische und historische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.</li> </ul>                                     |   |

2.Semester: Themenbereich Schwingungen und Wellen – Kursthema: Schwingungen und Wellen

| Inhaltsbezogene Kompetenzen   | Prozessbezogene Kompetenzen  |   |
|---|--|---|
| Fachwissen  | Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau   | Zusätzlich 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 angeleiteten Umgang mit einem registrierenden Messinstrument (z. B. Oszilloskop / Interface).</li> </ul>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> <li>• ermitteln geeignete Ausgleichskurven.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Ausbreitung harmonischer Wellen.</li> <li>• beschreiben harmonische Wellen mithilfe von Periodendauer, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Phase.</li> <li>• begründen den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz und wenden die zugehörige Gleichung an.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Zeigerketten oder Sinuskurven zur grafischen Darstellung.</li> <li>• nutzen in diesen Zusammenhängen die Zeigerdarstellung oder Sinusfunktionen sachgerecht.</li> </ul>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen longitudinale und transversale Wellen.</li> <li>• beschreiben Polarisierbarkeit als Eigenschaft transversaler Wellen.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Bezüge zwischen dieser Kenntnis und Beobachtungen an einem LC-Display her.</li> </ul>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende Fälle:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ stehende Welle,</li> <li>○ Doppelspalt und Gitter,</li> <li>○ Michelson-Interferometer (evtl. 3. Semester),</li> <li>○ Bragg-Reflexion (evtl. 3. Semester).</li> </ul> </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> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben je ein Experiment zur Bestimmung der Wellenlänge von               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schall mit zwei Sendern,</li> <li>○ Mikrowellen mit dem Michelson-Interferometer (evtl. 3. Semester),</li> <li>○ Licht mit einem Gitter (subjektiv / objektiv) und Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion. <b>Sinnvoll Röntgenstrahlung auch im 3. Semester</b></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten entsprechende Experimente angeleitet aus.</li> <li>• leiten die zugehörigen Gleichungen vorstrukturiert und begründet her.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurbabstandes bei einer CD an.</li> <li>• erläutern ein Verfahren zur Strukturuntersuchung als technische Anwendung der Bragg-Reflexion.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten die zugehörigen Gleichungen selbstständig und begründet her.</li> <li>• übertragen das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten.</li> </ul> |

3.Semester: Themenbereich Quantenobjekte – Kursthema: Atom- und Quantenphysik

| Inhaltsbezogene Kompetenzen  | Prozessbezogene Kompetenzen  |   |
|--|--|---|
| Fachwissen   | Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau   | Zusätzlich auf erhöhtem Anforderungsniveau  |
| Die Schülerinnen und Schüler ...   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre und deuten die Beobachtungen als Interferenzerscheinung.</li> <li>• beschreiben ein Experiment zum äußeren lichtelektrischen Effekt mit der Vakuum-Fotозelle.</li> <li>• erläutern die experimentelle Bestimmung des planckschen Wirkungsquantums mit LEDs.</li> <li>• erläutern die Entstehung des Röntgenbremsspektrums als Energieübertragung von Elektronen auf Photonen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen Kenntnisse über Interferenz auf diese neue Situation.</li> <li>• deuten diesen Effekt mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation.</li> <li>• bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen Kenntnisse über Interferenz auf verwandte Situationen.</li> <li>• bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> <li>• nutzen das Röntgenbremsspektrum zur <math>h</math>-Bestimmung.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestätigen durch angeleitete Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestätigen durch Auswertung von Messwerten die Antiproportionalität zwischen Wellenlänge und Geschwindigkeit.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Interferenz bei einzelnen Photonen.</li> <li>• interpretieren die jeweiligen Interferenzmuster stochastisch.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden dazu die Zeigerdarstellung oder eine andere geeignete Darstellung.</li> <li>• deuten die Erscheinungen bei Doppelspaltexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen.</li> <li>• erläutern, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt durch das Quadrat der resultierenden Zeigerlänge oder eine andere geeignete Berechnung bestimmt wird.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Erscheinungen in den bekannten Interferenzexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z. B. kalte Neutronen).</li> </ul>  |
| <p><b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.</li> <li>• interpretieren ein „WelcherWeg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Begriff Komplementarität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.</li> </ul>  |
| <b>Themenbereich Atomhülle</b>   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Quantisierung der Gesamtenergie von Elektronen in der Atomhülle.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden dazu das Modell vom eindimensionalen Potenzialtopf.</li> <li>• diskutieren 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 ...</li> </ul> <p><b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... 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 Experimente durch die Annahme diskreter Energieniveaus in der Atomhülle.</li> <li>• bestimmen eine Anregungsenergie anhand einer Franck-Hertz-Kennlinie.</li> </ul>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die „Orbitale“ bis <math>n = 2</math> in einem dreidimensionalen Kastenpotenzial.</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen einen Zusammenhang zwischen dreidimensionalen Orbitalen und</li> </ul>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | eindimensionalen Wahrscheinlichkeitsverteilungen anschaulich her.  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.</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 von Leuchtstoffen an den Beispielen Energiesparlampe und „weiße“ LED.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ziehen diese Kenntnisse zur Erklärung eines charakteristischen Röntgenspektrums heran.</li> <li>führen Berechnungen dazu aus.</li> <li>wenden die Balmerformel an.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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>   |  |

#### 4. Semester: Themenbereich Atomkern- Kursthema: Kernphysik

| Inhaltsbezogene Kompetenzen   | Prozessbezogene Kompetenzen für ...   |  |
|---|---|--|
|   | Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau  | Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau zusätzlich   |
| Die Schülerinnen und Schüler ...  |   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das grundlegende Funktionsprinzip eines GeigerMüller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten</li> <li>erläutern das Zerfallsgesetz und wenden es auf Abklingprozesse an.</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Abklingkurven grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus.</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> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Abklingkurven grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.</li> <li>übertragen dieses Verfahren auf die Entladung eines Kondensators.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>entnehmen einer Nuklidkarte die kennzeichnenden Größen eines Nuklids.</li> </ul>   |  |
| <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>ziehen die Nuklidkarte zur Interpretation eines <math>\alpha</math>-Spektrums heran.</li> <li>erläutern den Einsatz von Radionukliden in der Medizin.</li> </ul>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Quantisierung der Gesamtenergie von Nukleonen im eindimensionalen Potenzialtopf.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells.</li> </ul>   |

## 4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Zur Mitarbeit im Unterricht (mündliche und andere fachspezifische Leistungen) zählen z. B.:

- sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch,
- Erheben relevanter Daten (z. B. Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Interviews und Meinungsumfragen durchführen),
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten,
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung,
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokolle, Arbeitsmappen, Materialdossiers, Portfolios),
- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. Experiment, Referate, Vorstellung eines Thesenpapiers, Erläuterung eines Schaubildes, Darstellung von Arbeitsergebnissen),
- verantwortungsvolle Zusammenarbeit im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren),
- Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln,
- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen,
- Anfertigen von schriftlichen Ausarbeitungen,
- mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernkontrollen,
- häusliche Vor- und Nachbereitung,
- freie Leistungsvergleiche (z. B. Teilnahme an Schülerwettbewerben).

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So finden neben methodisch-strategischen auch sozialkommunikative Leistungen Berücksichtigung.

Zur Ermittlung der Gesamtzensur sind die Ergebnisse der Klausuren und die Bewertung der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen beträgt in Semestern mit zwei Klausuren 50%, in Semestern mit einer Klausur 40% (Ausnahme 4. Semester: 50%).

### Operatoren für die Physik

| Operator                      | Beschreibung der erwarteten Leistung   |
|-------------------------------|--|
| Abschätzen (nur Physik)       | durch begründetes Überlegen Größenordnungen physikalischer Größen 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  |
| 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   |
| 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 |
| Berechnen                     | numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen  |
| Bestimmen                     | mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe gewinnen   |
| Beurteilen                    | 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  |
| Darstellen                    | Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben  |
| Deuten                        | Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen   |
| 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  |
| Erörtern                      | Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen  |
| Herleiten                     | aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen   |
| Nennen                        | Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen   |
| Planen eines Experimentes     | zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen.   |



|                     |   |
|---------------------|---|
| Protokollieren      | Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben       |
| Skizzieren          | Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen                                |
| Stellung nehmen     | zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben. |
| 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  |

Die Schülerinnen und Schüler müssen mit Hilfsmitteln, die in der Abiturprüfung zugelassen sind, sicher umgehen können. Dieses betrifft auch die eingeführte Formelsammlung und das Rechenwerkzeug.

Bei einer so gestalteten Leistungsaufgabe sind entsprechend der Einheitlichen Prüfungsanforderungen alle drei Anforderungsbereiche (AFB) zu berücksichtigen, dabei liegt der Schwerpunkt im AFB II, den AFB I gilt es deutlich stärker zu berücksichtigen als den AFB III.

#### **Anforderungsbereich I**

Im Anforderungsbereich I beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge.

#### **Anforderungsbereich II**

Im Anforderungsbereich II verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen einfacher Bezüge.

#### **Anforderungsbereich III**

Im Anforderungsbereich III verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten.