

Das Fachcurriculum für den Physikunterricht am Gymnasium Wildeshausen für die Schuljahrgänge 12 und 13 basiert auf dem **Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe**

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium, Schiffgraben 12, 30159 Hannover (2009).

Das Kerncurriculum kann als „PDF-Datei“ vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS) unter [http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/ph\\_go\\_kc\\_druck\\_2017.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/ph_go_kc_druck_2017.pdf) heruntergeladen werden.

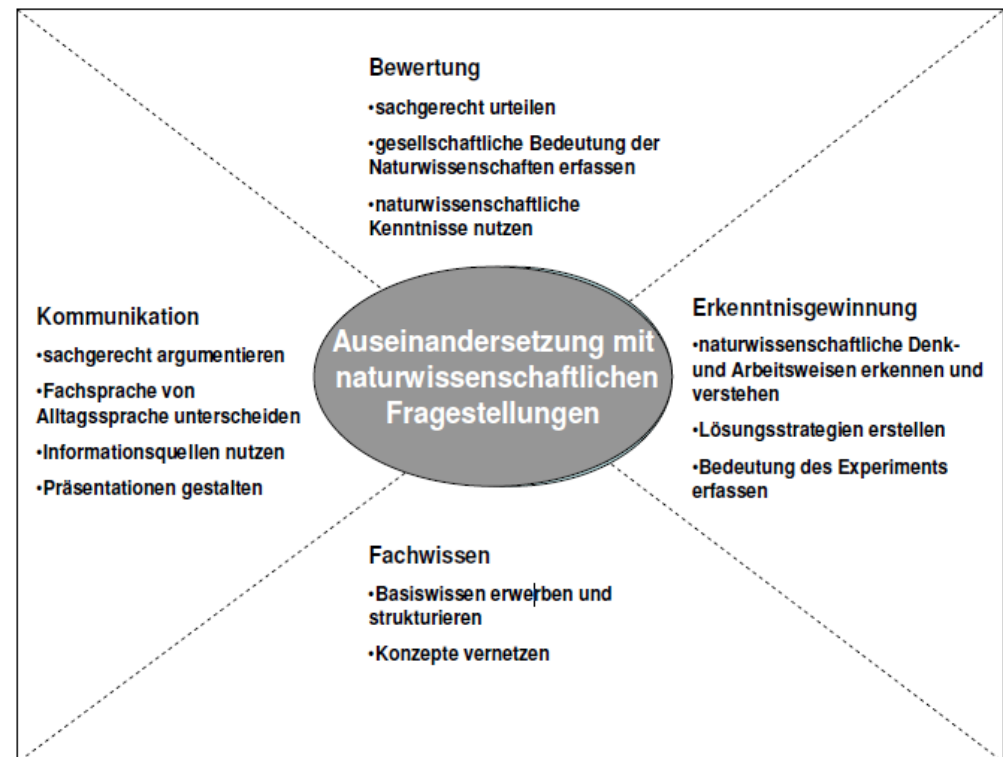
### Bildungsbeitrag des Faches Physik:

Im Physikunterricht erfahren die Schülerinnen und Schüler beispielhaft, in welcher Weise und in welchem Maße ihr persönliches und das gesellschaftliche Leben durch Erkenntnisse der Physik mitbestimmt werden. Der Aufbau eines physikalischen Grundverständnisses in ausgewählten Bereichen ermöglicht ihnen, Entscheidungen und Entwicklungen in der Gesellschaft im Bereich von Naturwissenschaft und Technik begründet zu beurteilen, Verantwortung beim Nutzen des naturwissenschaftlichen Fortschritts zu übernehmen, seine Folgen abzuschätzen sowie als mündige Bürger auch mit Experten zu kommunizieren.

### Kompetenzen:

Im Kerncurriculum werden *inhaltsbezogene* und *prozessbezogene Kompetenzbereiche* ausgewiesen. Die Verknüpfung beider Kompetenzbereiche muss geleistet werden. Die *prozessbezogenen Kompetenzbereiche* beziehen sich auf Verfahren, die von Schülerinnen und Schülern verstanden und beherrscht werden sollen, um Wissen anwenden zu können. Sie umfassen diejenigen Kenntnisse Fähigkeiten und Fertigkeiten, die einerseits die Grundlage, andererseits das Ziel für die Erarbeitung und Bearbeitung der inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche sind. Die *inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche* sind fachbezogen; es wird bestimmt, über welches Wissen die Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Inhaltsbereich verfügen sollen. Die folgende Grafik veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen untergliedern sich in die Themenbereiche Energie, Thermodynamik, Magnetismus, Elektrizität, Mechanik, Optik und Kernphysik. Der Energiebegriff dient als themenübergreifende Leitlinie.



Die prozessbezogenen Kompetenzen unterteilen sich in die folgenden Bereiche:

### **1) Erkenntnisgewinnung**

#### **Physikalisch argumentieren**

Physikalische Argumentation ist dadurch gekennzeichnet, dass ein sachbezogenes Vokabular verwendet wird und festgelegte Regeln sowie ein gesicherter Wissensbestand über die Qualität von Argumenten entscheiden helfen. Vorliegende Fragen und Vermutungen werden durch Anwendung weiterer Darstellungselemente (insbesondere von Graphen, fachsprachlichen Formulierungen von Zusammenhängen und schließlich Gleichungen) sowie durch die Durchführung hypothesengeleiteter Experimente einer rationalen Beantwortung zugänglich gemacht. Auch in der gymnasialen Oberstufe verdient der Übergang von der Alltagssprache zur Fachsprache noch Aufmerksamkeit, der Wechsel zwischen Darstellungen und Sprachebenen muss weiterhin geübt werden.

#### **Probleme lösen**

Die Fähigkeit Probleme zu lösen, ist sehr anspruchsvoll. Sie entwickelt sich nur, wenn die Lernenden sich bei der Problemlösung immer wieder als erfolgreich erleben. Zur Unterstützung der Entwicklung dieser Fähigkeit können genaue Anleitung und feste Strukturierung hilfreich sein, wenn die Probleme aus Sicht der Lernenden neuartig oder komplex sind. Offene Problemstellungen können eher in bekannten Zusammenhängen für Schülerinnen und Schüler eine angemessene Herausforderung darstellen. Für die Gestaltung von Unterricht ergibt sich daraus die Forderung nach einem kumulativen Aufbau auch in den einzelnen Unterrichtseinheiten mit zunehmender Öffnung bei wachsendem Kenntnisstand.

#### **Planen, experimentieren, auswerten**

Wie die Problemlösefähigkeit muss auch die Experimentierfähigkeit entwickelt werden. In einem neuen Sachgebiet sollten die Lernenden in der Regel zunächst angeleitet experimentieren. Mit zunehmender Sicherheit werden Fragestellungen und Anleitungen schrittweise offener, um in einem neuen Sachgebiet zunächst wieder verengt zu werden. Sie sind dabei stets so zu gestalten, dass die Lernenden Experimente als Mittel erleben, wesentliche Fragen zu beantworten oder neue Phänomene kennenzulernen. Arbeitsaufträge müssen so angelegt sein, dass die Lernenden den erlebten Erfolg in erster Linie dem eigenen Handeln zuschreiben können.

#### **Mathematisieren**

Die Physik unterscheidet sich von den anderen Naturwissenschaften unter anderem durch ihren höheren Grad der Mathematisierung. Es ist eine wesentliche Aufgabe des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe, die Lernenden beim Erwerb mathematischer Verfahren anzuleiten. In jedem Fall wird dabei der Weg über eine sprachliche Beschreibung und einfache Diagramme zur Angabe von Gleichungen und deren anschließender Interpretation führen. In einem neuen Fachgebiet müssen die Lernenden die zum Erwerb einer Kompetenz erforderlichen Schritte jeweils wieder neu und wiederholt durchlaufen. Termumformungen und das Lösen von Gleichungen sind immer dann Gegenstand des Physikunterrichtes, wenn dies unter

physikalischen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Allerdings erfordert die Nutzung von Termumformungen für deduktive Schlüsse die Fähigkeit, diese auch ohne elektronische Hilfsmittel zu bewältigen. Die rechnergestützte Auswertung von Differenzgleichungen ermöglicht einen Zugang zu numerischen Verfahren.

**Mit Modellen Arbeiten**

Physikalische Probleme werden durch Modellieren und Idealisieren einer Bearbeitung zugänglich gemacht. Modelle können dabei gegenständlich, ikonisch, grafisch, mathematisch sein oder Analogien verwenden. Beispiele aus dem Sekundarbereich I sind das Kern-Hülle-Modell des Atoms, das Modell der Elementarmagnete und das im Chemieunterricht eingeführte Teilchenmodell als ikonische Modelle, Energieflussdiagramme als grafische Modelle. Im Unterricht der gymnasialen Oberstufe gehört zu den mathematischen Modellen auch die Zeigerdarstellung. An Beispielen erkennen die Lernenden die Prognosefähigkeit von Modellen und deren Grenzen. Erst fortgeschrittene Lernende sind dabei in der Lage, über die Unterschiede zwischen Modell und Realität zu reflektieren.

**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.

**2) Kommunizieren und dokumentieren****Kommunizieren**

Schülerinnen und Schüler müssen Äußerungen von anderen und Texte mit physikalischen Inhalten, auch ausgewählte Fachliteratur, verstehen, sich zu eigen machen und überprüfen. Sie nehmen dazu Informationen auf, strukturieren diese und dokumentieren ihre Arbeit, ihre Lernwege und ihre Ergebnisse. Dabei nutzen sie unterschiedliche Darstellungsformen und Medien. Zunehmend achten die Lernenden auf eine adressatengerechte Darstellung und die Auswahl geeigneter Sprachelemente.

**Dokumentieren**

Wesentliches Kriterium für die Anerkennung naturwissenschaftlicher Ergebnisse ist deren Reproduzierbarkeit. Das setzt eine geeignete Form der Dokumentation voraus. Im Unterricht gelangen die Lernenden zu einer zunehmend selbstständig ausgeführten, situations- und adressatengerechten Darstellungsform, ohne in eine ritualisierte Art des Protokolls zu verfallen. Zur Dokumentation gehört die schrittweise genau eingehaltene Verwendung

von Größensymbolen, Einheiten und Schaltzeichen. Ebenso entwickelt werden soll die Fähigkeit, Lernergebnisse und Kenntnisstand in geeigneter Form übersichtlich darzustellen und so eine Basis für künftiges Lernen bereitzustellen. Eine besondere Bedeutung kommt der Dokumentation von Lösungswegen dann zu, wenn elektronische Rechenhilfen benutzt werden.

### **3) Bewerten**

Zum Bewerten gehört die Fähigkeit, das erworbene Wissen kritisch einordnen zu können, ebenso wie die Beantwortung der Frage, in welchem Gebiet die Physik Aussagen machen kann und in welchem nicht. Insofern ist es unumgänglich, dass die Lernenden zwischen naturwissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten einer Bewertung unterscheiden. Die Gelegenheiten, Bewertungskompetenz im Physikunterricht zu entwickeln, sind allerdings begrenzt und zugleich komplex. Deshalb sind die Anlässe gezielt zu nutzen. Die Erwartungen an die Progression müssen realistisch eingeschätzt werden, weil die zur Entwicklung erforderlichen Schritte nur selten durchlaufen werden können.

### **Studentafel und Schulbuch:**

Am Gymnasium Wildeshausen wird das Fach Physik in der Qualifikationsphase z.Z. in Jahrgang 12/13 nur als 5-stündiger Kurs auf erhöhtem Niveau angeboten. Es werden die Lehrwerke „Metzler Physik 3. Auflage“ und „Dorn Bader Physik Qualifikationsphase Niedersachsen“ vom Schroedel Verlag verwendet.

### **Methodencurriculum:**

Im Fach Physik werden die im Methodencurriculum des Gymnasiums Wildeshausen festgelegten Methoden gelehrt und trainiert.

### **Struktur des Fachcurriculums:**

In einer tabellarischen Übersicht findet man für jeden Jahrgang zunächst in einer Spalte die inhaltlichen Kompetenzen, die Pflichtthemen nach dem Kerncurriculum, vereinbarte verpflichtende Ergänzungen sowie bei ausreichender Zeit freiwillige Ergänzungen enthalten. Man findet ebenso einen groben Überblick über die zu unterrichtenden Stunden. In einer zweiten Spalte findet man die Verknüpfung mit den verbindlichen prozessbezogenen Kompetenzen „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“. In einer dritten Spalte findet man konkrete Hinweise für die mögliche Durchführung des Unterrichts, d.h. es werden mögliche Methoden, Arbeitsformen sowie Experimente zu dem jeweiligen Thema genannt. Hier findet man auch Tipps zu den Einsatzmöglichkeiten des CAS, Excel und Simulationssoftware. Ebenso findet man Hinweise zu verfügbarem Material in der Physiksammlung (Schülerexperimentiermaterial, Lernstationen, Material für Demonstrationsexperimente, etc.) und im Internet. In der vierten Spalte findet man den Bezug zu den entsprechenden Seiten und Aufgaben aus dem Schulbuch „Dorn Bader“.



QUALIFIKATIONSPHASE: JAHRGANG 12

Themenbereich: Elektrizität

Inhaltliche Kompetenzen		Prozessbezogene Kompetenzen	Unser Unterricht	Buch
• Kerncurriculum • Pflichtergänzung • freiwillige Ergänzung		für Kurse auf erhöhtem Niveau		Dorn Bader Gymnasium SII 12/13
Stunden	Elektrizität	Erkenntnis, Kommunikation, Bewertung	Methoden, Experimente, Arbeitsformen, Material	Seite, Inhalt
70	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...		
4	<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. Rauchgasreinigung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feldlinienmodell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S.10/11: Elektrische Ladungen und Stromstärke, Ladungstransport</li> <li>S.12/13: Elektrisches Feld</li> <li>S. 34/35: Elektrische Felder in Natur, Forschung und Technik</li> </ul>
6	<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 aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kondensatorplatten mit Kraftsensor/Feinwaage oder bifilar aufgehängter Metalkugel (Pendel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S.14: Elektrische Feldstärke</li> <li>S.15: Messungen zur elektrischen Feldstärke</li> </ul>
8	<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 die Geschwindigkeit eines geladenen Körpers im homogenen elektrischen Feld eines Plattenkondensators mithilfe von Energiebilanzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrofeldmeter</li> <li>Versuche mit dem Plattenkondensator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 10: Strom und Ladung</li> <li>S. 16-21: Spannung und Energie</li> <li>S. 30-33: Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen Feldern.</li> </ul>
6	<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 selbstständig Experimente zum Entladevorgang durch.</li> <li>ermitteln aus den Messdaten die Parameter des zugehörigen <math>t</math>-<math>I</math>-Zusammenhangs und stellen diesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cassy-Lab Versuch</li> <li>Schülerübung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 26-29: Auf- und Entladung von Kondensatoren.</li> </ul>



		<p>mit der Exponentialfunktion zur Basis <math>e</math> dar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den exponentiellen Verlauf.</li> <li>• ermitteln die geflossene Ladung mithilfe von <math>t</math>-<math>I</math>-Diagrammen.</li> </ul>		
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Definition der Kapazität eines Kondensators.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen ein Experiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators und führen es durch.</li> <li>• erläutern Einsatzmöglichkeiten von Kondensatoren als Energiespeicher in technischen Systemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche mit dem Plattenkondensator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 22-25: Kapazität von Kondensatoren</li> </ul>
14	<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>• erläutern die Entstehung der Hallspannung.</li> <li>• berechnen die magnetische Flussdichte <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>• 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>• leiten die Gleichung für die Hallspannung unter Verwendung der Ladungsträgerdichte anhand einer geeigneten Skizze her.</li> <li>• führen selbstständig Experimente zur Messung von <math>B</math> mit einer Hallsonde durch.</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>• Versuche mit der Leiterschaukel</li> <li>• Stromwaage (Gerät oder Kraftsensor und Leiterschleifen ggf. CassyLab)</li> <li>• Gerät zum Halleffekt</li> <li>• Versuche mit Hallsonde + Spulen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 40-43: Magnetische Flußdichte und Lorentzkraft</li> <li>• S. 44/45: Stromwaagenversuche</li> <li>• S. 46-51 Halleffekt und Messung magnetischer Flussdichten</li> </ul>
14	<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.</li> <li>○ beschreiben das physikalische Prinzip zur Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen mithilfe des Fadenstrahlrohres.</li> </ul> </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 Feld her.</li> <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>• Elektronenablenkröhre</li> <li>• Aufbau zum Wien-Filter</li> <li>• Fadenstrahlrohr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 52/53: Elektrische Ladungen in magnetischen Feldern</li> <li>• S. 54-57: Wien-Filter + Exkurs + Abiturvorbereitung</li> <li>• S. 58/59 Anwendungen in Natur und Technik</li> </ul>
6	<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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zur Induktion, Induktionsspulen + Dreiecksstrom, CassyLab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 64/66: Grundversuche zur Induktion + Induktion in Leiterschleifen</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden das Induktionsgesetz in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten geeignete Versuche zur Überprüfung des</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 67-71: Induktion in Leiterschleifen</li> </ul>



differenzieller Form auf lineare und sinusförmige Verläufe von $\Phi$ an.	Induktionsgesetzes aus. <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen technische und historische Bezüge hinsichtlich der Erzeugung von Wechselspannung dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 72-79: Lenzsches Gesetz, Wirbelströme, Wechselspannung, Selbstinduktion</li> <li>S. 82/83 Abiturvorbereitung</li> </ul>
---	---	---

### Themenbereich: Schwingungen und Wellen

Inhaltliche Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen für Kurse auf erhöhtem Niveau	Unser Unterricht	Buch (Dorn Bader)
Stunden <ul style="list-style-type: none"> <li>Kerncurriculum</li> <li>Pflichtergänzung</li> <li>freiwillige Ergänzung</li> </ul>			
76 Schwingungen und Wellen	Erkenntnis, Kommunikation, Bewertung	Methoden, Experimente, Arbeitsformen, Material	Seite, Inhalt
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...		
6 <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 selbstständigen Umgang mit einem registrierenden Messinstrument (z.B. Oszilloskop / Interface).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fadenpendel</li> <li>Federschwinger</li> <li>CassyLab, Bewegungssensor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 86-89: Mechanische Schwingungen beschreiben</li> </ul>
12 <ul style="list-style-type: none"> <li>geben die Gleichung für die Periodendauer eines Feder-Masse-Pendels an.</li> <li>beschreiben die Schwingung eines Feder-Masse-Pendels mithilfe von Energieumwandlungen.</li> <li>beschreiben die Bedingungen, unter der bei einer erzwungenen Schwingung Resonanz auftritt.</li> <li>beschreiben den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>untersuchen die zugehörigen Abhängigkeiten experimentell.</li> <li>ermitteln geeignete Ausgleichskurven.</li> <li>übertragen diese Verfahren auf andere harmonische Oszillatoren.</li> <li>deuten in diesem Zusammenhang die zugehörigen t-s-Diagramme und t-v-Diagramme</li> <li>erläutern den Begriff Resonanz anhand eines Experimentes</li> <li>beschreiben in Analogie zum Feder-Masse-Pendel die Energieumwandlungen in einem Schwingkreis qualitativ.</li> <li>beschreiben ein Experiment zur Erzeugung einer Resonanzkurve.</li> <li>ermitteln in Abhängigkeit der Frequenz der Eigenschwingung von der Kapazität experimentell anhand eines Resonanzversuchs.</li> <li>beschreiben die Funktion eines RFID-Chips als</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Federschwinger</li> <li>CassyLab + Bewegungssensor</li> <li>Pohlsches Rad</li> <li>CassyLab + PowerCassy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 90-93 Feder-Masse-Pendel</li> <li>S. 94/95 Zeigerformalismus</li> <li>S. 96/97 Fadenpendel</li> <li>S. 98-101 Resonanz</li> <li>S. 102-107 Elektrisches Schwingkreis</li> <li>S. 108-111 Angeregte Schwingungen und RFID</li> </ul>



		technische Anwendung von Schwingkreisen		
8	<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>• begründen diesen Zusammenhang mithilfe der Zeigerdarstellung oder der Sinusfunktion.</li> <li>• wenden die zugehörige Gleichung an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenmaschine</li> <li>• CassyLab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 116-119: Wellen – ein Naturereignis</li> <li>• S. 120-127: Beschreibung von Wellen</li> </ul>
6	<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>• Schraubenfedern</li> <li>• Experimente mit Polfiltern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 128-133: Polarisation</li> </ul>
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ stehende Welle,</li> <li>○ Doppelspalt und Gitter,</li> <li>○ Michelson-Interferometer</li> </ul> </li> <li>• deuten die Schwebung als Überlagerung zweier Wellen unterschiedlicher Frequenz an einem Detektor.</li> <li>• beschreiben und deuten Interferenz bei der Bragg-Reflexion.</li> <li>• erläutern ein Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft.</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> <li>• wenden ihre Kenntnisse über Interferenz auf die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentierset Mikrowellen</li> <li>• Kundtsches Rohr, Quinksches Rohr</li> <li>• Experimente mit Mikrofon und Lautsprechern/Frequenzgenerator</li> <li>• Doppelspalt/Gitter (Schullaser/diverse Laserpointer)</li> <li>• Schulröntengerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 134-139: Interferenzphänomene</li> <li>• S. 140-143: Stehende Wellen</li> <li>• S. 144-155: Interferenz an Doppelspalt und Gitter</li> <li>• S. 156-159 Michelson-Interferometer</li> <li>• S. 160-163 Röntgenspektrum <b>(Verbindung Experimenten in der nächsten Zeile)</b></li> <li>• S. 166/167 Lichtgeschwindigkeit bestimmen</li> </ul>
24	<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,</li> </ul> </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>• übertragen das Vorgehen auf Experimente mit anderen Wellenarten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentierset Mikrowellen</li> <li>• Experimente mit Mikrofon und Lautsprechern/Frequenzgenerator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 134-139: Interferenzphänomene</li> <li>• S. 140-143: Stehende Wellen</li> <li>• S. 144-155: Interferenz an Doppelspalt und Gitter</li> <li>• S. 156-159 Michelson-Interferometer</li> </ul>





	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Licht mit einem Gitter (subjektiv / objektiv) und</li> <li>○ Röntgenstrahlung mit Bragg-Reflexion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Bestimmung des Spurabstandes 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>• Doppelspalt/Gitter (Schullaser/diverse Laserpointer)</li> <li>• Schulröntgengerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 160-163 Röntgenspektrum</li> </ul>
--	--	--	---	--

**Klausuren:**            1. Halbjahr (Q1)            2 Klausuren    (135 Minuten)  
                               2. Halbjahr (Q2)            1 Klausur        (135 Minuten)

**Leistungsbewertung:** immer 50:50            (schriftliche Leistungen : mündliche Leistungen)

**Kursthemen:**            Q1                            Elektrische und magnetische Felder  
                               Q2                            Schwingungen und Wellen



QUALIFIKATIONSPHASE: JAHRGANG 13

Themenbereich: Quantenobjekte

Inhaltliche Kompetenzen		Prozessbezogene Kompetenzen für Kurse auf erhöhtem Niveau	Unser Unterricht	Buch (Dorn Bader)
Stunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerncurriculum</li> <li>• Pflichtergänzung</li> <li>• freiwillige Ergänzung</li> </ul>			
42	Quantenobjekte	Erkenntnis, Kommunikation, Bewertung	Methoden, Experimente, Arbeitsformen, Material	Seite, Inhalt
	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...		
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre.</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>• deuten die Beobachtungen mithilfe optischer Analogieversuche an Transmissionsgittern oder mithilfe der Braggreflexion.</li> <li>• deuten diesen Effekt mithilfe des Photonenmodells.</li> <li>• deuten das zugehörige f-E-Diagramm.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse über das Photonenmodell des Lichtes auf diese Situation.</li> <li>• überprüfen durch Auswertung von Messwerten die Hypothese der Proportionalität zwischen Energie des Photons und der Frequenz.</li> <li>• nutzen das Röntgenbremsspektrum zur h - Bestimmung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment mit der Elektronenbeugungsröhre, Animationen Uni München</li> <li>• Vakuumphotozelle</li> <li>• LED's zur h-Bestimmung und Cassy → Anleitung im Physikordner</li> <li>• Schulröntengerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 170-175: Wellenverhalten von Elektronen</li> <li>• S. 182-185: Der Fotoeffekt</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die Wellenlänge bei Quantenobjekten mit Ruhemasse mithilfe der de-Broglie-Gleichung.</li> <li>• nennen in diesem Zusammenhang die Definition des Impulses.</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>• S. 170-175: Wellenverhalten von Elektronen</li> </ul>
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die jeweiligen Interferenzmuster bei Doppelspaltexperimenten für einzelne Photonen bzw. Elektronen stochastisch.</li> <li>• interpretieren die jeweiligen Interferenzmuster stochastisch.</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>• deuten die Erscheinungen in den bekannten Interferenzexperimenten durch Argumentation mit einzelnen Photonen bzw. mit Elektronen.</li> <li>• Beschreiben den Zusammenhang zwischen der</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 176-181: Interferenz einzelner Quantenobjekte</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau eines Mach-Zehnder-Interferometers.</li> <li>• interpretieren ein „Welcher-Weg“-Experiment unter den Gesichtspunkten Nichtlokalität und Komplementarität.</li> <li>• beschreiben die wesentliche Aussage der Unbestimmtheitsrelation für Ort und Impuls.</li> </ul>	<p>Nachweiswahrscheinlichkeit für ein einzelnes Quantenobjekt und dem Quadrat der resultierenden Zeigerlänge bzw. der Amplitude der resultierenden Sinuskurve.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Begriff Komplementarität und Nichtlokalität mithilfe der Beobachtungen in einem „Welcher-Weg“-Experiment.</li> <li>• übertragen ihre Kenntnisse auf die Deutung von Experimenten mit Quantenobjekten größerer Masse (z.B. kalte Neutronen).</li> <li>• erläutern an einem Mehrfachspaltexperiment die Unbestimmtheit für Ort und Impuls.</li> </ul>	<p>Quantenradierer (Animationen bzw. Michelson mit 2 Polfiltern)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 186-189: Mach-Zehnder-Interferometer</li> <li>• S. 190/191: Ortseigenschaften von Quantenobjekten</li> <li>• S. 192-201: Unbestimmtheitsrelation + Messprozesse + Quanteninformationen</li> </ul>
--	---	---	--	---

### Themenbereich: Atomhülle

Inhaltliche Kompetenzen		Prozessbezogene Kompetenzen für Kurse auf erhöhtem Niveau	Unser Unterricht	Buch (Dorn Bader)
Stunden	Atomhülle	Erkenntnis, Kommunikation, Bewertung	Methoden, Experimente, Arbeitsformen, Material	Seite, Inhalt
	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...		
10	<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>• 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>• S. 206-209: Atommodelle und Linienspektren</li> <li>• S. 212/213: Potentialtopf</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht ... <b>zusätzlich für erhöhtes Anforderungsniveau ... und Röntgenstrahlung.</b></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>• 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>• Gasentladungslampen/-röhren</li> <li>• Franck-Hertz-Versuch CassyLab (Neon oder Quecksilber)</li> <li>• Natriumdampflampe + erhitzter Kolben mit Natrium → Chemiesammlung (!Erhitzung nur mit Heißluftpistole)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 210/211: Frank-Hertz-Versuch</li> <li>• S. 214/215: Resonanzfluoreszenz</li> <li>• S. 222/223: Röntgenstrahlung</li> <li>• S. 226/227: Vorbereitung für das Abitur</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>Flammenfärbung u.a.</li> </ul>	
12	<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>ziehen diese Kenntnisse zur Erklärung eines charakteristischen Röntgenspektrums heran.</li> <li>führen Berechnungen dazu aus.</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>S. 218/219: Fluoreszenz</li> </ul>
8	<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alter, „zerlegter“ (defekter) Laser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 220/221: Laser</li> </ul>

**Themenbereich: Atomkern**

Inhaltliche Kompetenzen		Prozessbezogene Kompetenzen	Unser Unterricht	Buch
Stunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerncurriculum</li> <li>Pflichtergänzung</li> <li>freiwillige Ergänzung</li> </ul>	für Kurse auf erhöhtem Niveau		(Dorn Bader)
44	<b>Atomkern</b>	<b>Erkenntnis, Kommunikation, Bewertung</b>	<b>Methoden, Experimente, Arbeitsformen, Material</b>	<b>Seite, Inhalt</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...		
12	<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 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diverse Versuche zur Radioaktivität (z.B. Zählrohrcharakteristik)</li> <li>Schülerübung</li> <li>Isotopengenerator (Simulation als Schülerversuch)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 230/231: Wiederholung SI</li> <li>S. 232/233: Nachweisgeräte</li> <li>S. 242-247: Zerfallsgesetz</li> <li></li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>modellieren einen radioaktiven Zerfall mit dem Differenzenverfahren unter Einsatz einer Tabellenkalkulation oder eines Modellbildungssystems.</li> <li>übertragen dieses Verfahren auf einen Mutter-Tochter-Zerfall an.</li> </ul>		
10	<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 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>S. 234-239: Eigenschaften der Strahlung</li> </ul>
12	<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> <li>erläutern die Bedeutung der Bragg-Kurve in der Strahlentherapie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ionisationskammer, Halbleiterdetektor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 233: Halbleiterdetektor</li> <li>S. 248-250: Energiespektren</li> <li>S. 251: Bragg-Kurve in der Strahlentherapie</li> </ul>
10	<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>schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>S. 240/241: Potentialtopfmodell</li> </ul>

**Klausuren:** 1. Halbjahr (Q3) 1 Klausuren (300 Minuten(Klausur unter Abiturbedingungen))  
 2. Halbjahr (Q4) 1 Klausur (90 Minuten)

**Leistungsbewertung:** immer 50:50 (schriftliche Leistungen : mündliche Leistungen)

**Kursthemen:** Q3 Quantenobjekte / Atomhülle  
 Q4 Atomkern