

## Schulcurriculum für das Fach Physik der Deutschen Schule zu Porto basierend auf dem Regionalcurriculum für das Fach Physik der Deutschen Schulen in Spanien und Portugal (Region 13/14)

Unverzichtbares Element der gymnasialen Ausbildung ist eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Sie ist eine wesentliche Voraussetzung, um im persönlichen und gesellschaftlichen Leben sachlich richtig und selbstbestimmt entscheiden und handeln zu können, aktiv an der gesellschaftlichen Kommunikation und Meinungsbildung teilzuhaben und an der Mitgestaltung unserer Lebensbedingungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken.

Das Fach Physik leistet dazu einen wichtigen Beitrag. Das Verständnis vieler Phänomene des Alltags erfordert Kenntnisse über physikalische Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten und Modelle. Die Bedeutung der Physik zeigt sich heute in vielen lebensnahen und praxisbezogenen Bereichen wie Ingenieurwissenschaften, Umweltschutz, Medizin, Energiewirtschaft und Nanotechnologie. Als wesentliche Grundlage technischer, ökologischer, medizinischer und wirtschaftlicher Entwicklungen eröffnet die Physik Wege für die Gestaltung unserer Lebenswelt und somit zur Verbesserung unserer Lebensqualität, birgt aber auch Risiken. Solide physikalische Grundkenntnisse sind Voraussetzung für physikalisch relevante Berufe und Studienrichtungen.

Der Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe ist auf das Erreichen der allgemeinen Hochschulreife ausgerichtet und bietet dem Schüler neben einer vertieften Allgemeinbildung eine wissenschaftspropädeutische Bildung und eine allgemeine Studierfähigkeit bzw. Berufsorientierung. Er konzentriert sich dementsprechend auf das Verstehen physikalischer Sachverhalte und auf das Entwickeln von Basisqualifikationen, die eine Grundlage für anschlussfähiges Lernen in weiteren schulischen, beruflichen und persönlichen Bereichen bilden.

Die fachlichen Schwerpunkte orientieren sich an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen (**EPA**) für das Fach Physik an Gymnasien.

Die Anforderungen der EPA spiegeln sich in dem für die Deutschen Schulen im Ausland entwickelten **Kerncurriculum** wider.

Das **Regionalcurriculum** für das Fach Physik

- greift die im Kerncurriculum ausgewiesenen Anforderungen auf und konkretisiert sie,
- weist darüber hinaus fachliche Vertiefungen und Erweiterungen aus und ermöglicht zusätzliche Schwerpunktsetzungen entsprechend dem Schulprofil,
- bietet Verknüpfungsmöglichkeiten mit den Methodencurricula der Schulen an und verweist auf fachübergreifende Bezüge.

Überfachliche und fachspezifische Kompetenzen, wie Sachkompetenz, Methodenkompetenz (Methoden, Kommunikation, Reflexion) und Selbst- und Sozialkompetenz, die im Physikunterricht im Zusammenhang mit verschiedenen Inhalten kumulativ entwickelt werden, sind nachfolgend ausgewiesen:

Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Phänomene und Vorgänge beobachten sowie Fragestellungen erkennen, die auf physikalische Kenntnisse und Untersuchungen zurückführbar sind
- komplexere qualitative und quantitative Experimente planen und Untersuchungen unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen
- Zusammenhängen zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen
- erkenntnistheoretische Fragen diskutieren
- empirischer Ergebnisse und Modelle hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten bewerten und diese auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe beurteilen
- Stellung beziehen zu gesellschaftlich relevanten Fragen unter physikalischer Perspektive
- die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden kritisch reflektieren
- physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge nutzen
- geeignete Methoden für die Lösung von Aufgaben auswählen und anwenden sowie Arbeitsphasen zielgerichtet planen und umsetzen
- zu einem Sachverhalt relevante Informationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Lehrbuch, Lexika, Internet) sachgerecht und kritisch auswählen
- Informationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Symbole, Diagramme, Tabellen, Schemata) erfassen, diese verarbeiten, darstellen und interpretieren sowie Informationen in andere Darstellungsformen übertragen
- Ihr Wissen systematisch strukturieren sowie Querbezüge zwischen Wissenschaftsdisziplinen herstellen
- Arbeitsergebnisse verständlich und anschaulich präsentieren und geeignete Medien zur Dokumentation, Präsentation und Diskussion sachgerecht nutzen.
- individuell und im Team lernen und arbeiten und angemessen miteinander kommunizieren

- den eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstständig gestalten sowie ihre Leistungen und ihr Verhalten reflektieren,
- Ziele für die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- den eigenen Standpunkt artikulieren und ihn sach- und situationsgerecht vertreten sowie sich sachlich mit der Meinung anderer auseinandersetzen,
- naturwissenschaftliche Verfahren in Forschung und Praxis sowie Entscheidungen und Sachverhalte auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Fachkenntnisse und unter Abwägung verschiedener (z. B. wirtschaftlicher, technischer) Aspekte bewerten und sich einen fachlich fundierten Standpunkt bilden,
- komplexe qualitative und quantitative Experimente selbstständig planen, durchführen und auswerten
- bei der Beschaffung von Informationen und bei der fachwissenschaftlichen Kommunikation im Physikunterricht ihre Medienkompetenz anwenden und sach- und adressatengerecht zu kommunizieren.

Die Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe sind die im Kerncurriculum angeführten Kompetenzen, die am Ende der Klassenstufe 10 erreicht sein müssen (mittlere Bildungsstandards):

[http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2010/2010\\_04\\_29-kerncurriculum.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_04_29-kerncurriculum.pdf)

#### **Hinweise zum vorliegenden Regionalcurriculum:**

**Die im Curriculum verzeichneten Experimente (s. Anhang) sind verbindlich durchzuführen und können Teil der Abiturprüfung sein.**

**Als zugelassene Hilfsmittel sind sowohl die Formelsammlung, als auch der grafikfähige Taschenrechner vorgesehen (vgl. Curriculum im Fach Mathematik).**

**Das Thema Physik des Atomkerns soll nach der schriftlichen Abiturprüfung behandelt werden und ist somit nicht Bestandteil der schriftlichen Abiturprüfung.**

\* : Diese Angaben sind Empfehlungen und können dem schulinternen Methodencurriculum angepasst werden.

Die ausgewiesenen Stundenzahlen sind nicht verbindlich.

*Kursiv geschriebene Texte stellen mögliche Erweiterungen dar. Rot geschriebene Texte stellen die Veränderungen zur vorhergehenden Fassung dar. Grün geschriebene Texte stellen den schulinternen additiven Teil dar, der nicht Bestandteil der schriftlichen Abiturprüfung ist.*

# Kurstufe 11/1

## Thema: Felder und ihre Wechselwirkungen

Prüfung, Diagnose/Förderung : Lernstandsanalyse zu Beginn der Sek II z.B. Selbsteinschätzungsbogen, unbenoteter Eingangstest

### 1. Elektrisches Feld

Kompetenzen / Inhalte	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<b>1.1 Elektrisches Feld und Ladung</b>			
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>elektrische Felder quantitativ und durch Feldlinienbilder beschreiben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Feldbegriff des elektrischen Feldes beschreiben</li> <li>- Feldlinienbilder beschreiben und interpretieren</li> <li>- die elektrische Feldstärke <math>\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}</math> berechnen</li> </ul> <p style="color: green;">Schulcurriculum: magnetische und elektrische Feldlinienbilder vergleichen.</p>	2	allgemeine Modellbildung des Feldbegriffs	

Kompetenzen / Inhalte	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<b>1.2 Coulombsches Gesetz</b>			
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>das Coulombsche Gesetzes interpretieren und anwenden</b></p> $F = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ <p><b>Analogiebetrachtungen zum Gravitationsfeld durchführen</b></p> $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	2	grafische Darstellung oder Experiment Modellbildung	

Kompetenzen / Inhalte 1.3 Kondensator	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>die Kenngröße “Kapazität” eines Kondensators charakterisieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die elektrische Feldstärke eines Kondensators definieren und berechnen <math>E = \frac{U}{d}</math></li> <li>- die Kenngröße Kapazität eines Kondensators definieren und berechnen <math>C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}</math></li> <li>- Abhängigkeiten interpretieren</li> </ul> <p><b>ausgewählte Gleichungen und Diagramme zur elektrischen Feldstärke und elektrischen Energie interpretieren und anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unter anderem <math>E = \frac{1}{2} \cdot CU^2</math></li> </ul> <p><b>die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld beschreiben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewegungen parallel und senkrecht zu den Feldlinien analysieren</li> <li>- für den Sonderfall <math>\vec{v} \parallel \vec{F}</math> die Geschwindigkeit berechnen</li> </ul> <p><b>Kondensatoren hinsichtlich ihrer Bauform und ihrer spezifischen Anwendungen mit Hilfe physikalischer Größen beschreiben</b></p>	6	DFU; Quellenarbeit	

Kompetenzen / Inhalte 1.4 Millikan-Experiment	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>den Millikanversuch beschreiben und interpretieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die historische Bedeutung einordnen</li> <li>- den Aufbau in den wesentlichen Teilen skizzieren und erklären</li> <li>- den Versuchsablauf über den Schwebezustand erläutern</li> </ul>	2		

Kompetenzen / Inhalte 1.5 Praktikum		Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>Experimente zur Bestimmung elektrischer Größen selbstständig planen, durchführen und auswerten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entladekurve eines Kondensators</li> </ul> <p><i>weitere mögliche Experimente: Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren, Kennlinien elektrischer Bauelemente</i></p> <p>Schulcurriculum: Kennlinien elektrischer Bauteile aufnehmen und vergleichen.</p>	4	<p>Teamfähigkeit</p> <p>Beurteilung und Wertung empirischer Ergebnisse</p>	

Kompetenzen / Inhalte 1.6 Anwendungen	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der elektrischen Felder erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Braunsche Röhre skizzieren und ihre Wirkungsweise erläutern</li> </ul>	4	DFU Präsentationen	

weitere mögliche Beispiele: <i>Oszilloskop, Gewitter, Akku, Kopierer, Ionenantrieb</i>			
Schulcurriculum: den Linearbeschleuniger beschreiben und Röhrenlängen berechnen.			

## 2. Magnetisches Feld

Kompetenzen / Inhalte	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<b>2.1 Magnetisches Feld</b> <b>Schüler und Schülerinnen können</b>  <b>magnetische Felder quantitativ beschreiben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Feldbegriff des magnetischen Feldes beschreiben</li> <li>- Feldlinienbilder beschreiben und interpretieren</li> <li>- die magnetische Flussdichte als physikalische Größe zur Beschreibung des Feldes definieren und berechnen</li> </ul> $B = \frac{F}{I \cdot l}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- die magnetische Flussdichte für lange Zylinderspulen berechnen</li> </ul> $B = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{I \cdot N}{l}$ <p><i>mögliche Erweiterung: elektrische und magnetische Felder vergleichen</i></p> <b>die Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes bei Anwendungen nutzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Erdmagnetfeld und seine Bedeutung erläutern</li> <li>- den Elektromotor beschreiben und seine Wirkungsweise erklären</li> </ul>	7	Modellbildung und – anwendung  vernetzen bekannter Modelle   Bedeutung und Trag- weite physikalischer Erkenntnisse	

Kompetenzen / Inhalte 2.2. Lorentzkraft	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>die Ablenkung bewegter Ladungen im homogenen Magnetfeld mit Hilfe der Lorentzkraft erklären und unter speziellen Bedingungen berechnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Lorentzkraft als Kraft auf bewegte Ladungsträger definieren</li> <li>- die Lorentzkraft für den Fall <math>\vec{v}</math> senkrecht zu <math>\vec{B}</math> berechnen <math>F_L = Q \cdot v \cdot B</math></li> <li>- die Kreisbewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld erklären und bei der Bestimmung der spezifischen Ladung anwenden</li> <li>- das Experiment zur <math>\frac{e}{m}</math>-Bestimmung historisch einordnen</li> </ul>	4		

Kompetenzen / Inhalte 2.3. Anwendungen	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der magnetischen Felder erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenspektrograph <b>und</b> Geschwindigkeitsfilter <i>weitere mögliche Beispiele: Hallsonde; Polarlichter, Zyklotron</i></li> </ul> <p>Schulcurriculum: Zyklotron</p>	2		

**Prüfung/Diagnose/Förderung\*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test**



Kompetenzen / Inhalte 2.4. Elektromagnetische Induktion	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>das Induktionsgesetz sicher anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den magnetischen Fluss definieren <math>\phi = B \cdot A</math></li> <li>- Induktionsgesetz im Wortlaut interpretieren und unter Beachtung des Lenzschen Gesetzes Vorgänge und Phänomene erklären</li> <li>- das Induktionsgesetz in der Form <math>U_i = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}</math> qualitativ und quantitativ interpretieren und anwenden</li> </ul> <p><b>die Kenngröße „Induktivität“ einer Spule charakterisieren und berechnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Sachverhalt der Selbstinduktion erklären</li> <li>- die Kenngröße Induktivität einer Spule <del>herleiten und</del> berechnen</li> </ul> $L = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l}$ <p><b>das Auftreten einer Induktionsspannung unter Verwendung des Induktionsgesetzes für vielfältige Anordnungen qualitativ erklären und quantitativ bestimmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagramme interpretieren und Versuchsanordnungen analysieren</li> <li>- Induktionsspannungen berechnen</li> <li>- den Wechselstromgenerator erklären und die Entstehung einer Wechselspannung erläutern</li> </ul> <p><b>die Wechselstromstärke und die Wechselspannung graphisch darstellen und zwischen Effektivwerten und Maximalwerten unterscheiden</b></p>	7		

**Schulcurriculum:** Für ergänzende Inhalte (siehe Plan) und Übungen anhand komplexerer Aufgaben werden in 11/1 ca. 8 Unterrichtsstunden veranschlagt.

## Kurstufe 11/2

### Thema: Wellen und Teilchen

#### 1. Schwingungen und Wellen

Kompetenzen / Inhalte	Zeit in UStd	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<b>1.1 Mechanische Schwingungen und Wellen</b> <b>Schüler und Schülerinnen können</b>  <b>mit Hilfe von Kenngrößen, Diagrammen und Gleichungen den zeitlichen Ablauf harmonischer Schwingungen beschreiben und die betreffenden Gleichungen interpretieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- harmonische Schwingungen definieren</li> <li>- die Begriffe Auslenkung, Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz erläutern</li> <li>- <math>y = y_0 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = y_0 \cdot \sin(\omega t)</math></li> </ul> <b>für ausgewählte mechanische schwingungsfähige Systeme die Schwingungsdauer in Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen ermitteln und die entsprechenden Gleichungen interpretieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B. Federschwinger, Fadenpendel, Stimmgabel</li> <li>- Federschwinger <math>T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}</math> , Fadenpendel <math>T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}</math></li> </ul> <b>bei erzwungenen Schwingungen den Zusammenhang zwischen Erregerfrequenz und</b>	14	Experiment	

<p><b>Amplitude des Resonators qualitativ beschreiben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resonanzvorgänge erklären und den Zusammenhang zwischen Amplitude und Frequenz grafisch darstellen</li> </ul> <p><b>die Ausbreitung von Wellen mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes beschreiben, erklären und voraussagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Wellenbegriff definieren und Längswellen und Querwellen zuordnen</li> <li>- Schwingungen mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes analysieren  <math>E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = \text{konstant}</math></li> <li>- die Ausbreitungsgeschwindigkeit definieren und berechnen</li> </ul> <p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>das physikalische Phänomen der Welle unter Verwendung von Kenngrößen und Diagrammen beschreiben sowie Erscheinungen bei der Wellenausbreitung mit den für die Wellen charakteristischen Eigenschaften erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Reflexion, die Brechung, die Beugung, die Interferenz mit Hilfe des Huygenschen Prinzips erklären</li> </ul>		Experiment	
---	--	------------	--

**Prüfung/Diagnose/Förderung\*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test**

<b>Kompetenzen / Inhalte</b> <b>1.2 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</b>	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>das Verhalten von Spule, Kondensator und ohmschem Widerstand im Gleich- und Wechselstromkreis beschreiben, vergleichen und erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerstand bestimmen  <math>R = \frac{\rho l}{A}, X_L = \omega \cdot L, X_C = \frac{1}{\omega C}</math></li> <li>- für eine Reihenschaltung das Zeigerdiagramm zeichnen und die Phasenverschie-</li> </ul>	11		

<p>bung, den Blindwiderstand und den Scheinwiderstand berechnen</p> <p><b>den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises beschreiben und seine Wirkungsweise erklären</b></p> <p><b>die Thomsonsche Schwingungsgleichung interpretieren und anwenden</b></p> $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ <p><b>den Aufbau des hertzchen Dipols als offenen Schwingkreis beschreiben und seine Wirkungsweise erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Aufbau eines einfachen Radioempfängers beschreiben</li> <li>- das Senden und Empfangen hertzscher Wellen erklären</li> </ul> <p><i>weitere mögliche Beispiele: Transponder, Satellit, Chipkarte, Mobilfunk</i></p> <p>Schulcurriculum: Den Mobilfunk als eine moderne Anwendung der hertzchen Wellen beschreiben</p>			
--	--	--	--

Kompetenzen / Inhalte	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>1.3 Vergleich mechanischer und elektromagnetischer Wellen</b></p> <p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>Analogiebetrachtungen durchführen zwischen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Schwingungen und Wellen</b></li> <li>- <b>mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen</b></li> <li>- <b>mechanischen und elektromagnetischen Wellen</b></li> </ul>	2		

Prüfung/Diagnose/Förderung\*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test

Kompetenzen / Inhalte 1.4 Praktikum	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>Experimente zur Bestimmung von mechanischen und elektrischen Größen selbstständig durchführen und auswerten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Federkonstante über die Periodendauer ermitteln</li> <li>- Induktivität einer Spule ermitteln</li> </ul> <p><i>weitere mögliche Experimente: Fallbeschleunigung mit Hilfe eines Fadenpendels ermitteln Kapazität eines Kondensators ermitteln Black-box-Experimente durchführen (Bestimmung elektrischer Bauelemente), stehende Wellen, Eigenfrequenzen von Musikinstrumenten</i></p> <p>Schulcurriculum: - Fallbeschleunigung mit Hilfe eines Fadenpendels ermitteln - Quadratische Abhängigkeiten experimentell ermitteln - Fehlerbetrachtungen durchführen</p>	6	Experiment Fehlerbetrachtung und -abschätzung	

**Schulcurriculum: Für ergänzende Inhalte (siehe Plan) und Übungen anhand komplexerer Aufgaben werden in 11/2 ca. 7 Unterrichtsstunden veranschlagt.**

# Kurs 12/1

## Thema: Wellenoptik und Quantenphysik

### 1. Wellenoptik

Kompetenzen / Inhalte 1.1 Dispersion	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>die Notwendigkeit der Einführung des Wellenmodells für das Licht am Beispiel der Dispersion begründen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Dispersionsphänomene erkennen <i>mögliche Beispiele: Prisma, Regenbogen, planparallele Platte</i></li> <li>- das Brechungsgesetz interpretieren und anwenden <math display="block">\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{c_1}{c_2}</math></li> <li>- den Brechungsindex experimentell bestimmen</li> <li>- Analogiebetrachtungen zu Wasserwellen durchführen</li> </ul> <p>Schulcurriculum: Den Regenbogen als Beispiel für Dispersion beschreiben.</p>	4	Experimentelles Arbeiten  Modellbildung	

Kompetenzen / Inhalte 1.2 Beugung und Interferenz	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>Beugungs- und Interferenzerscheinungen am Doppelspalt beschreiben und erklären</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen Spaltabstand, Gangunterschied/Wellenlänge und Abstand der Interferenzmaxima herleiten (monochromatisches Licht) unter der Bedingung <math>s_k \ll e_k</math> gilt: <math>\frac{k \cdot \lambda}{d} = \frac{s_k}{e_k} \quad (k=1,2,3,\dots)</math></li> </ul>	5		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Interferenzerscheinungen am Spalt mit den Interferenzerscheinungen am Gitter vergleichen</li> </ul> <p><b>die Gleichungen zur Berechnung von Beugungs- und Interferenzerscheinungen beim Berechnen von Wellenlängen und Gitterkonstanten sowie der spektralen Lichtzerlegung anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Wellenlänge monochromatischen Lichtes experimentell bestimmen</li> <li>- Schülerexperiment „Interferenz an Doppelspalt oder Gitter“</li> <li>- Beugungserscheinungen im Alltag nennen und erklären</li> </ul>			
---	--	--	--

<b>Kompetenzen / Inhalte</b> <b>1.3 Licht als Teil des elektromagnetischen Spektrums</b>	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>die Farben des sichtbaren Bereiches und weitere Wellenlängenbereiche des Lichtes in das elektromagnetische Spektrum einordnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begründungen für die Einordnung des Lichtes als elektromagnetische Welle angeben. (Ausbreitungsgeschwindigkeit; Welleneigenschaften; fehlendes Trägermedium)</li> <li>- Infrarot und UV-Licht einordnen</li> <li>- einen Überblick über des elektromagnetische Spektrum (von elektrische Wellen über den optischer Bereich und die Röntgenstrahlen zu den Gammastrahlen) geben</li> <li>- Gefahren elektromagnetischer Strahlen und Maßnahmen zu deren Vermeidung nennen</li> </ul> <p><i>mögliche Erweiterung: Beamer, Farbmodelle</i></p>	3	Vortrag; Präsentation	

Prüfung/Diagnose/Förderung*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test
--

## 2. Quantenphysik

Kompetenzen / Inhalte 2.1. Lichtelektrischer Effekt	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>den äußeren lichtelektrischen Effekt beschreiben und Widersprüche zum Wellenmodell benennen und sie mit Hilfe der Quantentheorie lösen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können grundlegende Experimente des äußeren lichtelektrischen Effektes beschreiben und die Ergebnisse deuten</li> </ul> <p><b>die Einsteingleichung und ihre graphische Darstellung interpretieren und mit ihrer Hilfe das Plancksche Wirkungsquantum als universelle Naturkonstante sowie Energiebeträge und Ablösearbeiten bestimmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Gegenfeldmethode zur Bestimmung der kinetischen Energie der Elektronen erläutern</li> <li>- die Einsteingleichung interpretieren und graphisch darstellen</li> </ul> $E_p = h \cdot f = \frac{1}{2} \cdot m_e^2 + W_A$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Plancksche Wirkungsquantum, die Grenzfrequenz und die Auslösearbeit bestimmen</li> <li>- den lichtelektrischen Effekt mit Hilfe der Lichtquantenhypothese interpretieren</li> </ul> <p><b>Licht und Elektronen sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften zuordnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grenzen des Wellenmodells des Lichtes begründen</li> <li>- einen Versuch zum Nachweis der Welleneigenschaften von Elektronen beschreiben</li> <li>- den Photonenimpuls berechnen</li> </ul> $p = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h}{\lambda}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Quantenobjekte die de-Broglie-Wellenlänge berechnen</li> </ul>	8		



Kompetenzen / Inhalte 2.2. Welle - Teilchendualismus	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>die Unbestimmtheitsrelation deuten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Heisenbergsche Unschärferelation als Besonderheit des quantenphysikalischen Messprozesses deuten</li> <li>- Auswirkungen der Unschärferelation im Mikro- und Makrokosmos abschätzen</li> </ul> <p><b>das stochastische Verhalten quantenphysikalischer Objekte erklären</b></p>	2		

Prüfung/Diagnose/Förderung\*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test

### 3. Physik der Atomhülle

Kompetenzen / Inhalte 3.1 Atommodelle	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>einfache Atommodelle erläutern und einen Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Atomhülle und dem Periodensystem herstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einen Überblick über die Atommodelle geben und historisch einordnen</li> </ul> <p><b>den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben und die Grundüberlegungen wieder- geben, die zum Rutherford'schen Atommodell führen</b></p>	2	Modellbildung	Chemie Kl.9

Kompetenzen / Inhalte 3.2. Bohrsches Atommodell	Zeit in UStd.	MethodenCurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>das Bohrsche Atommodell erklären und die Bohrschen Postulate benennen, die quantenartige Emission von Licht in einen Zusammenhang mit der Strukturvorstellung der Atomhülle bringen, das Linienspektrum des Wasserstoffatoms und dessen Beschreibung durch Balmer erklären und Berechnungen mit dem Energieniveauschema durchführen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Bohrsche Atommodell beschreiben</li> <li>- das Energieniveauschema des Wasserstoffs interpretieren</li> <li>- die Wellenlängen und Frequenzen für emittiertes und das absorbiertes Licht berechnen</li> <li>- Spektraluntersuchungen als historischen Ausgangspunkt für die Betrachtung zur Quantisierung in Atom beschreiben</li> </ul>	4		Chemie Kl.10

Kompetenzen / Inhalte 3.3 Frank-Hertz-Versuch	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>den Franck-Hertz-Versuch beschreiben und interpretieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Aufbau und den Versuchsablauf beschreiben</li> <li>- die charakteristische Frank-Hertz-Kurve skizzieren und interpretieren</li> <li>- die Quantisierung im Atom mit Hilfe des Frank-Hertz-Versuchs deuten</li> </ul>	4		

Prüfung/Diagnose/Förderung\*: Ergebnissicherung z.B. in Form einer Klausur, bewertetes Experiment, Test

Kompetenzen / Inhalte 3.4 Röntgenstrahlung	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<p><b>Schülerinnen und Schüler können</b></p> <p><b>die Erzeugung von Röntgenstrahlen erklären und Beispiele für Anwendungen und Gefahren erläutern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Entstehung von Röntgenstrahlen prinzipiell beschreiben</li> <li>- die Eigenschaften und Anwendungsbeispiele nennen</li> </ul> <p>Schulcurriculum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Entstehung des kontinuierlichen Bremsspektrums und des charakteristischen Röntgenspektrums erklären.</li> <li>- das Auftreten der kurzwelligen Grenze erklären und die Grenzwellenlänge berechnen.</li> <li>- mit dem Moseley-Gesetz das Anodenmaterial bestimmen.</li> </ul>	2		

**Schulcurriculum:** Für ergänzende Inhalte (siehe Plan) und Wiederholungen vor der Klausur unter Abiturbedingungen werden in 12/1 ca. 7 Unterrichtsstunden veranschlagt.

**Kurstufe 12/2**  
**Thema „Physik des Atomkerns“**

**1. Physik des Atomkerns**

Kompetenzen / Inhalte 1.1. Natürliche Radioaktivität	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>radioaktive Strahlung in Zusammenhang mit Kernzerfällen bringen und wichtige und typische Kernzerfälle erläutern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Begriffe Massenzahl, Ladungszahl, Nukleonen und Isotop definieren</li> <li>- die Strahlungsarten klassifizieren und Eigenschaften nennen</li> <li>- Kernumwandlungen durch Zerfallsgleichungen darstellen</li> <li>- mit der Nuklidkarte sicher umgehen</li> <li>- wichtige natürliche Strahlungen (Höhenstrahlung, Eigenstrahlung des Körpers, Umweltstrahlungen) beschreiben</li> <li>- den radioaktiven Zerfall durch das Zerfallsgesetz beschreiben und berechnen</li> </ul> $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$ <p>Schulcurriculum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die C14-Methode beschreiben</li> <li>- mit ihrer Hilfe das Alter organischer Materialien berechnen.</li> </ul>	6	Modellvorstellung	

Kompetenzen / Inhalte 1.2. Biologische Wirkungen	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>einen Überblick über die biologische Wirkung radioaktiver Strahlung geben und Maßnahmen des Strahlenschutzes erläutern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- somatische und deterministische Strahlenschäden vergleichen</li> <li>- die Maßnahmen des Strahlenschutzes („4 große A“) begründen</li> </ul>	2	Bezug zu Biologie (Genetik)	
Kompetenzen / Inhalte 1.3. Kernenergie	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergreifende Aktivitäten
<p><b>Schüler und Schülerinnen können</b></p> <p><b>ausgehend von den Kernkräften und der Kernbindungsenergie die Stabilität der Atomkerne und die Erzeugung von Energie durch Kernspaltung und Fusion erklären. Hierzu können die Schülerinnen und Schüler den Begriff Massendefekt in einen Zusammenhang bringen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Begriffe Massendefekt und Bindungsenergie erläutern <math>E_B = \Delta m \cdot c^2</math> ; <math>\Delta m = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_K</math></li> <li>- die Bindungsenergie in Abhängigkeit von der Massenzahl grafisch darstellen und interpretieren</li> <li>- die Kernspaltung und Kernfusion erklären</li> <li>- an ausgewählten Beispielen die Energiefreisetzung berechnen</li> </ul> <p><b>einen Überblick über die technische Realisierung der Energiegewinnung durch Kernspaltung und ihrer Randbedingungen und Gefahren geben</b></p> <p>Schulcurriculum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eine vereinfachte Form des Fusionsprozesse in der Sonne erklären.</li> <li>- die Chancen und Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines Fusionsreaktors diskutieren.</li> </ul>	8	sachkritisches Handeln und Werten; Vorträge	

Kompetenzen / Inhalte 1.4. Grundbausteine der Materie	Zeit in UStd.	Methodencurriculum*	fächerübergrei- fende Aktivitäten
<b>Schüler und Schülerinnen können</b>  <b>einen Überblick über Leptonen, Hadronen und Quarks geben</b>	2		

**Schulcurriculum:** Für ergänzende Inhalte (siehe Plan) werden in 12/2 ca. 5 Unterrichtsstunden veranschlagt.

#### Anhang: Liste der verbindlichen Schülerexperimente in der Qualifikationsphase

verbindliche Experimente	Beispiele
<b>Schüler und Schülerinnen können selbständig zu folgenden Themen Experimente planen, durchführen und auswerten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entladekurve eines Kondensators</li> <li>- Periodendauer und Federkonstante eines Federschwinger</li> <li>- Induktivität einer Spule</li> <li>- Interferenz am Doppelspalt /Gitter</li> </ul>	

## Anhang: Operatoren im Fach Physik

(Entwurf: Stand März 2012)

(In der Regel können Operatoren je nach Zusammenhang und unterrichtlichem Vorlauf in jeden der drei Anforderungsbereiche AFB eingeordnet werden; hier soll der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich genannt werden.)

Die erwarteten Leistungen können durch zusätzliche Angabe in der Aufgabenstellung präzisiert werden.)

Operator	Beschreiben der erwarteten Leistung	Beispiele	AFB
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen	Leiten Sie aus den experimentellen Ergebnissen (Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch,...) die Notwendigkeit ab, das rutherford'sche Atommodell durch Quantisierungsbedingungen zu erweitern.	II
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben	Schätzen Sie ab, ob hier die Verwendung einer 10-A-Sicherung ausreichend ist.	II
analysieren	systematisches Untersuchen eines Sachverhaltes, bei dem Bestandteile, dessen Merkmale und ihre Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden	Analysieren Sie den Versuchsaufbau auf mögliche Fehlerquellen.	II
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen	Wenden Sie das Induktionsgesetz auf die beschriebene Situation an.	II
aufstellen von Hypothesen	eine begründete Vermutung formulieren	Stellen Sie eine Hypothese auf, von welchen Größen die magnetische Flussdichte in einer stromdurchflossenen Spule abhängen könnte.	III
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen	Werten Sie die Versuchsreihen zur Untersuchung der magnetischen Flussdichte in einer stromdurchflossenen Spule aus (und geben Sie die daraus resultierende Formel an).	III

begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	Begründen Sie, warum die rote Linie des Wasserstoffspektrums keinen Photoeffekt bei Kalium bewirkt.	III
benennen	Begriffe und Sachverhalte einer vorgegebene Struktur zuordnen	Benennen Sie die Bauteile der abgebildeten Röntgenröhre.	I
berechnen	Ergebnisse aus gegebenen Anfangswerten rechnerisch generieren	Berechnen Sie die Gravitationsfeldstärke am Äquator aus dem mittleren Radius und der mittleren Dichte der Erde.	II
beschreiben	Sachverhalte wie Objekte und Prozesse nach Ordnungsprinzipien strukturiert unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben	Beschreiben Sie Aufbau und Durchführung des Millikan-Versuchs.	II
bestimmen	rechnerische, grafische oder inhaltliche Generierung eines Ergebnisses	Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms den Wert des planckschen Wirkungsquantums.	I
beurteilen, bewerten	zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung nach fachwissenschaftlichen und fachmethodischen Kriterien formulieren	Beurteilen Sie die Anwendbarkeit der C-14-Methode zur Altersbestimmung in der beschriebenen Situation.	III
beweisen	mit Hilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung/Aussage belegen bzw. widerlegen	Beweisen Sie, dass die Ansätze von Bohr und De Broglie zur gleichen Quantenbedingung führen.	III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden, Ergebnisse etc. strukturiert wiedergeben	Stellen Sie das Verfahren der Uran-Blei-Methode zur Altersbestimmung dar.	I
definieren	die Bedeutung eines Begriffs unter Angabe eines Oberbegriffs und invarianter (wesentlicher, spezifischer) Merkmale bestimmen		III
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen	Diskutieren Sie, ob die Kernfusion als zukünftige Energiequelle wünschenswert ist.	III
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen zu einem Sachverhalt/Vorgang darstellen	Dokumentieren Sie die Entwicklung der Atommodelle von Dalton über Thomson zu Rutherford.	I



entwerfen/planen (Experimente)	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen	Planen Sie ein Experiment, das zeigen kann, dass die Beugungsfigur in einer Elektronenbeugungsröhre von negativen Ladungsträgern und nicht von Röntgenstrahlung herrührt.	III
erklären	Strukturen, Prozesse, Zusammenhänge, usw. des Sachverhaltes erfassen und auf allgemeine Aussagen/Gesetze zurückführen	Erklären Sie das Zustandekommen des Spannungsstoßes im beschriebenen Experiment.	II
erläutern	wesentliche Seiten eines Sachverhalts/Gegenstands/Vorgangs an Beispielen oder durch zusätzliche Informationen verständlich machen	Erläutern Sie die Entstehung von Linienspektren am Beispiel von Wasserstoff.	II
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren	Leiten Sie für die Materiewellenlänge $\lambda$ der Elektronen beim Versuch zur Elektronenbeugung an Graphit aus der Theorie die Gleichung $\lambda = \frac{h}{2em_e U}$ her.	II
interpretieren/deuten	Sachverhalte, Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	Deuten Sie den Verlauf der U-I-Kurve beim Franck-Hertz-Versuch.	III
klassifizieren, ordnen	Begriffe, Gegenstände etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	Ordnen Sie die folgenden Phänomene danach, ob sie sich mit dem Wellenmodell oder dem Teilchenmodell des Lichtes erklären lassen.	II
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben	Nennen Sie drei Schwächen des rutherfordischen Atommodells.	I
protokollieren	Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie ggf. Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben	Führen Sie die angegebene Versuchsreihe vollständig durch und protokollieren Sie Ihre Arbeit detailliert.	I
skizzieren	Sachverhalte, Objekte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert (vereinfacht) übersichtlich darstellen	Skizzieren Sie den Aufbau des Franck-Hertz-Versuchs.	I

untersuchen	Sachverhalte/Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten	Untersuchen Sie anhand der Messreihe den Zusammenhang zwischen Winkelgeschwindigkeit und Induktionsspannung.	II
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren	Verallgemeinern Sie den Zusammenhang zwischen Induktionsspannung und Flächenänderung unter Verwendung der Größe magnetischer Fluss.	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Sachverhalten, Objekten, Lebewesen und Vorgängen ermitteln	Vergleichen Sie das Magnetfeld eines Stabmagneten mit dem einer stromdurchflossenen Spule.	II
zeichnen	eine exakte Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen	Zeichnen Sie das zugehörige U-I-Diagramm.	I
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form darstellen	Fassen Sie die experimentellen Befunde zum lichtelektrischen Effekt, die mit dem Wellenmodell nicht erklärt werden können, zusammen.	II

### Anhang: Überprüfbarkeit von Lernergebnissen

Nach den Richtlinien für die Ordnungen (Reifeprüfung und Hochschulreifeprüfung) für den Unterricht der gymnasialen Oberstufe im Klassenverband an deutschen Auslandsschulen (vom Bund-Länder-Ausschuss für schulische Arbeit im Ausland verabschiedet am 28.09.1994 i.d.F. vom 17.09.2008) 10.2 ergeben die Ergebnisse der Halbjahresklausuren und die fortlaufend im Unterricht erbrachten Leistungen etwa zu gleichen Teilen die Punktzahl für das Halbjahreszeugnis. Nach 10.1 gilt für die Klausuren folgender Rahmen:

- Formal und inhaltlich sind die Anforderungen sukzessiv an die Leistungserwartungen in der Reife- bzw. Hochschulreifeprüfung anzupassen. Gleiches gilt für die Korrektur und Bewertung.
- Es werden zwei Klausuren im Halbjahr geschrieben, im Halbjahr der Reifeprüfung bzw. Hochschulreifeprüfung eine Klausur. Im ersten Jahr der Qualifikationsphase kann eine Klausur durch einen anderen, individuell messbaren Leistungsnachweis ersetzt werden (z.B. Referat, Präsentation). Die Genehmigung erteilt der Schulleiter.
- Die Mindestdauer beträgt zwei Unterrichtsstunden, die Höchstdauer entspricht dem Zeitumfang der Prüfungsklausur, also 4 Unterrichtsstunden. Über Ausnahmen, die diesen Zeitrahmen überschreiten, entscheidet der Schulleiter.
- In der letzten Jahrgangsstufe wird, sollte Physik schriftliches Prüfungsfach sein, eine der Klausuren unter Prüfungsbedingungen geschrieben.

Nach den Richtlinien für eine Schulordnung für deutsche Schulen im Ausland, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.01.1982 werden bei der Leistungsfeststellung möglichst viele mündliche, schriftliche und praktische Arbeitsformen zugrunde gelegt. Alle Arbeitsformen, die zur Feststellung der Leistungen herangezogen werden, müssen im Unterricht geübt worden sein.

Nach Beschlüssen an der DSPorto können diese neben den Klausuren zum Beispiel sein:

- Epochalnoten (mündliche Leistungsnote einer begrenzten Gruppe von Schülern, über einen begrenzten Zeitraum beobachtet und überprüft).
- Kurztest (15 Minuten, über Lernstoff der zwei letzten Unterrichtsstunden), angesagt oder unangesagt
- Abhören über Stoff der letzten Stunde
- Referat
- Protokoll
- praktische Arbeit

### **Anhang: Bewertungsmaßstäbe**

Entsprechend der EPA 3.3.5 ergeben sich folgende **Prozentsätze** bei der Bewertung von Klausuren:

Notenpunkte	ab Prozentsatz
15	95%
14	90%
13	85%
12	80%
11	75%
10	70%
09	65%
08	60%
07	55%
06	50%
05	45%
04	40%
03	33%
02	26%
01	20%
00	0%