

Schulinternes Fachcurriculum Physik (Stand: 09.07.25)

1. Vereinbarungen zu den Unterrichtseinheiten:

a) Allgemeines

- **Taschenrechner und Formelsammlung:**
Anschaffung eine TR obliegt der FS Mathematik, zurzeit in der 7. Klasse
In der Oberstufe wird keine Formelsammlung angeschafft, sondern auf die Nutzung der IQB Formelsammlung im Abitur vorbereitet
- **Überprüfung und Weiterentwicklung:**
Regelmäßige Evaluation in den Fachkonferenzen bzw. an SETagen
- **Grundsätze zur Leistungsbewertung:**
Neben kleinen Tests wird in 10 eine 45 minütige Klassenarbeit (in der Regel zur Kernphysik) geschrieben. Diese soll auch schon etwas (!) einer Oberstufenklausur entsprechen und nicht nur eine reine Wissensabfrage sein.

b) Stoffverteilung: Siehe Anhang A

- Reihenfolge, Zeitpunkt, Dauer und Umfang
- Anregungen zu Inhalt und Methode
- Zentrale Versuche, Medien, Lehr und Lernmaterial
- Differenzierung (Fördern und Fordern)

c) Fachsprache: Siehe Anhang B (in Vorbereitung)

d) Methodencurriculum: Siehe Anhang C (alte Version, wird überarbeitet)

Anhang A: Stoffverteilung inklusive Anmerkungen

Sek1:

7. Klasse	8. Klasse	9. Klasse (1 stündig)	10. Klasse
Einfache elektrische Schaltungen	Geschwindigkeit Statische Kräfte, Beschleunigte Bewegungen, Dichte und Druck* (besser teilen)	Stromstärke und Spannung	Elementarteilchen Radioaktiver Zerfall Kernenergie
Magnetismus	Lichtbrechung und optische Abbildungen Farben	Quantitativer Energiebegriff I (Mech. und E-lehre)	Quantitativer Energiebegriff II (Wärmelehre)*
Qualitativer Energiebegriff Ausbreitung des Lichts Reflexion an ebenen Flächen Temperatur Wärmetransport*			Elektromagnetismus

Die Reihenfolge innerhalb einer Klassenstufe wird explizit nicht festgelegt.

** im Zweifelfall hier kürzen*

Sek 2:

Jahr	Themen
11.1	Kinematik und Dynamik
11.2	Welleneigenschaften des Lichts (unter Einbeziehung von mechanischen Wellen)
12	Schwingungen; Kreisbewegungen Bewegungen in radialsymmetrischen und homogenen Feldern Elektrische und magnetische Felder
13	Quantenphysik und Materie Kontext: z.B. Astronomie

Die Einteilung 11 und 12 ist nur für „Mischklassen“, oder wenn eine Zusammenlegung der Kurse möglich erscheint, verbindlich. Insbesondere ist der Beginn der Wellenoptik vor den Schwingungen und der Kreisbewegung weiter zu diskutieren und wird im Folgenden auch nicht abgebildet.

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Einfache elektrische Stromkreise				
<ul style="list-style-type: none"> • berücksichtigen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. • untersuchen die Leitfähigkeit von Stoffen. • beschreiben die Funktion der Elemente eines elektrischen Stromkreises. • bauen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen auf bzw. zeichnen Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau. • erklären die Knotenregel qualitativ mithilfe von Analogien. • entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag • unterscheiden zwischen dem Transport von Elektrizität und von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Sicherheit • Leiter, Isolatoren • Schaltzeichen und Schaltpläne • Reihen- und Parallelschaltung Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern • Elektrizitäts- und Energietransport (auch in Energieeinheit sinnvoll) • Knotenregel (qualitativ z.B. über Glühlampen) • Wechselschaltung 	<p><i>Schüler auf sicheren Umgang mit der Elektrizität hinweisen.</i></p> <p><i>Fast alle Versuche sind als Schülerversuche durchführbar.</i></p>	<p><i>Leitfähigkeit von Alltagsgegenständen mit Glühlampe als Strommesser</i></p> <p><i>Schaltungen mit Lampen und Schaltern</i></p>	

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Magnetismus				
<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen Grundphänomene des Magnetismus und führen diese auf Wechselwirkungen zurück. • erläutern Grundphänomene des Magnetismus mithilfe von Modellen • beschreiben die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder. 	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Pole, Anziehung, Abstoßung • Magnetisierbarkeit • Elementarmagnetmodell • Magnetfeldlinien von Stabmagnet und Hufeisenmagnet • Magnetfeld der Erde • Kompass 	<p>Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen.</p> <p>Auch Elektromagnete können bereits im Einführungsunterricht genutzt werden, ohne dass dabei auf ihre Funktionsweise eingegangen wird.</p>	<p>Magnetisierbarkeit von Alltagsgegenständen</p> <p>Elementarmagnetmodell</p> <p>Eisenfeilspäne</p> <p>Inklinatorium</p>	<p>Unterscheidung von verpacktem Magnetstab und verpackter Eisenstange</p>

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Qualitativer Energiebegriff				
<ul style="list-style-type: none"> ordnen Alltagsbeispielen darin auftretende Energieformen zu. beschreiben und analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird. nennen Beispiele, an denen deutlich wird, dass bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann. erklären den Wechsel des Aggregatzustandes mit der Zufuhr oder dem Entzug von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> Energieformen: Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, el. Energie, chem. Energie, therm. Energie, Strahlungsenergie Energieumwandlungen Energieerhaltung Aggregatzustände (auch in Wärmelehre sinnvoll) 	<p>Auf die besondere Rolle der Sonne als Energiequelle ist einzugehen.</p>	<p>Spielzeuge mitbringen lassen</p> <p>Energiekette mit Mekruphy Energiekästen</p>	

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Temperatur				
<ul style="list-style-type: none"> • messen Temperaturen. • stellen Temperaturverläufe in Diagrammen dar. • erklären das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell. • wenden die erworbenen Kenntnisse auf thermische Phänomene in der Alltagswelt an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Celsius-Skala • Ausdehnung von Stoffen • Flüssigkeitsthermometer • Aggregatzustände • Einfaches Teilchenmodell • Kelvinskala 	<p>Die Ausdehnung von Stoffen soll qualitativ beschrieben werden.</p> <p>Mit einem einfachen Teilchenmodell lassen sich thermische Phänomene schon früh zum Beispiel in Rollenspielen „begreifen“.</p> <p>Vor dem eigentlichen Thema kann (!) wie im Buch eine kurze Einheit zu Tag, Monat, Jahr vorgeschaltet werden.</p>	<p>Thermometer mit und ohne Skala</p> <p>Lehrerversuche oder/und Schülerversuche Buch S. 96/97</p> <p>Farbige Flüssigkeit in heißes und kaltes Wasser</p>	
Wärmetransport				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Wärme und Temperatur. • erkennen den Temperaturunterschied als Ursache für die Wärmeleitung. • unterscheiden die verschiedenen Arten, thermische Energie zu transportieren. • übertragen ihr Wissen über die Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern und Lebewesen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärme als thermische Energie • Wärmeleitung • Wärmemitführung (Konvektion) • Wärmestrahlung • Anomalie des Wassers 	<p>Ein erster Hinweis auf den Treibhaus-effekt, der im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Energieversorgung betrachtet wird, sollte bereits an dieser Stelle erfolgen.</p> <p>Erste Einblicke in Fließgleichgewichte können auch Simulationen bieten.</p>	<p>Wärmebildkamera</p> <p>Heizungsmodell mit verfärbter Flüssigkeit</p> <p>Thermoskanne</p>	

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Ausbreitung des Lichts				
<ul style="list-style-type: none"> • erklären, warum Gegenstände gesehen oder nicht gesehen werden können. • beschreiben den Sehvorgang. • deuten Lichtstrahlen als ein Modell zur Ausbreitung von Licht. • erklären die Entstehung von Schatten. • konstruieren Schattenbilder. • treffen qualitative Voraussagen über die Größe von Schatten. • erläutern optische Phänomene im Sonnensystem. • konstruieren Strahlengänge bei LK • treffen qualitative Vorhersagen über Bildeigenschaften bei der LK 	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtquellen und beleuchtete Gegenstände • Lichtdurchlässigkeit • Lichtstrahlen / Lichtbündel • Schatten, Halbschatten, Kernschatten • Finsternisse, Mondphasen, Jahreszeiten • Bildentstehung und Bildeigenschaften • bei Abbildungen mithilfe einer Blende (Lochkamera=LK) 	<p>Streuung und Absorption sollen nur phänomenologisch an beleuchteten Gegenständen behandelt werden.</p> <p>Es bietet sich an, Jahreszeiten fachübergreifend mit dem Fach Geographie zu unterrichten.</p>		
Reflexion an ebenen Flächen				
<ul style="list-style-type: none"> • wenden das Reflexionsgesetz bei Konstruktion von Spiegelbildern an. • beschreiben und erklären mögliche Anwendungen von Spiegeln. • analysieren Spiegelungen in Natur und Technik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionsgesetz • Umkehrbarkeit des Lichtweges • Eigenschaften von Spiegelbildern 	<p>Es bietet sich an, Aspekte wie Symmetrie und Winkel fachübergreifend mit dem Fach Mathematik zu unterrichten.</p> <p>Strahlengänge lassen sich auch mit Geogebra simulieren.</p>		Wölb- und Hohlspiegel

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Geschwindigkeit				
<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Geschwindigkeiten, indem sie Strecke und Zeit messen. • vergleichen Geschwindigkeitsangaben miteinander. • bestimmen mithilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit zurückgelegte Wege. • analysieren Bewegungsabläufe anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen. • wechseln situationsgerecht zwischen verschiedenen Darstellungsformen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit und ihre Einheiten • Geschwindigkeit als gerichtete Größe • Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit • Schall- und Lichtgeschwindigkeit • Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Zeit-Weg-Diagramm, Wertetabelle, Text 	<p>Der Einsatz einer Tabellenkalkulation für Weg-Zeitdiagramme ist naheliegend.</p> <p>Einsatz Schülereigener Smartphones oder der iPads mit der Phyphox o.Ä. sinnvoll.</p> <p>Auswertung von Bewegungen mit Viana und Co. sind auch schon in der 8. Klasse möglich.</p>		
Statische und dynamische Kräfte / Beschleunigung				
<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente zur Messung von Kräften mit Federn. • berechnen Gewichtskräfte aus Masse und Ortsfaktor. • berücksichtigen situativ die Richtung und den Betrag einer Kraft. • skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraft als gerichtete Größe • Hooke'sches Gesetz • Masse und Gewichtskraft • Kräfteaddition • Wechselwirkungsprinzip 	<p>Kraftmessung auch mit Cassy bzw. mit den Pasco-Sensoren</p>		

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird. 				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beschleunigungsvorgänge aus dem Alltag. • erstellen und analysieren Zeit-Weg und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme. • Führen Geschwindigkeitsänderungen auf das Wirken von Kräften zurück. • wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an. • erklären die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften. 	<ul style="list-style-type: none"> • gleichförmige und beschleunigte Bewegungen • Trägheitsprinzip • Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung • Reibungskräfte 	<p>Verwendung des Beschleunigungssensors des Smartphone (z.B. mit Phyphox)</p> <p>Kein $F=ma$ nötig Kein $1/2at^2$ unterrichten</p>		
Dichte und Druck				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Masse, Dichte und Volumen. • bestimmen Massen und Volumina und berechnen damit Dichten. • schätzen Massen mithilfe von Volumen und Dichte ab. • überprüfen experimentell das Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten. • erklären Phänomene und Experimente mit Hilfe des Drucks. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Dichte, Volumen • Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten • Druck 	<p>Smartphones können den Schweredruck direkt messen. Der Einsatz der Pasco Sensoren ist sinnvoll.</p> <p>Auftrieb muss nicht unterrichtet werden.</p>		

<ul style="list-style-type: none">• erklären die Entstehung des Schweredrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten.				
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Lichtbrechung und optische Abbildungen				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das Verhalten von Lichtstrahlen an Grenzflächen. • analysieren und erklären Brechungsphänomene in der Natur. • konstruieren den Verlauf von Lichtstrahlen an Grenzflächen. • untersuchen verschiedene Linsentypen und bestimmen deren optische Eigenschaften. • analysieren den Einfluss der Brennweite auf das Bild. • konstruieren optische Abbildungen mithilfe ausgezeichneter Lichtstrahlen. • untersuchen und erklären die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung • beschreiben und erklären die Bildentstehung im menschlichen Auge. • beschreiben und erklären die Nutzung und die Funktionsweise optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brechung und Reflexion an Grenzflächen Totalreflexion • sammelnde und zerstreue Eigenschaften von Linsen • Brennweite von Sammellinsen • Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild • Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung • Auge, Sehfehler • Lupe (virtuelles Bild) • Mikroskop oder Fernglas 			

Farbe

<ul style="list-style-type: none"> • deuten die Zerlegung weißen Lichts mit Hilfe von Spektralfarben. • interpretieren die Entstehung eines Regenbogens als Spektralzerlegung des Sonnenlichts. • erläutern das Zustandekommen unterschiedlicher Farben durch die Addition von Grundfarben. • erläutern die Farbigkeit von Gegenständen mit der Absorption bestimmter Farben. 	<ul style="list-style-type: none"> • spektrale Zerlegung des Lichts • Grundfarben, Mischung von Farben: Farbadddition • Absorption bestimmter Farben: • Farbsubtraktion 	<p>Smartphone unter der Stereolupe; Simulation der Farbmischungen</p>	<p><i>Farbadddition am Handybildschirm (Satz Mikroskope am SFZ)</i></p>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	--

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Stromstärke und Spannung				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass elektrische Ströme einen Antrieb benötigen und durch Widerstände gehemmt werden. • messen Stromstärke und Spannung. • berechnen Spannung, Stromstärke, Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen. • beurteilen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. • erklären den elektrischen Strom als Transport von elektrischen Ladungen. • beschreiben das Verhalten von Schaltungen mithilfe von Stromstärke, Spannung und Widerstand. • erläutern die Knoten- und Maschenregel. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Stromstärke • elektrische Spannung • elektrische Energie und Leistung • elektrische Ladung • Knoten- und Maschenregel • Ohm'sches Gesetz • Drähte als Widerstände • Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen 	<p>Maschenregel nur als „Spannungsteilung“ gedacht</p> <p>Keine Berechnungen von parallelgeschalteten Widerständen nötig</p>	<p><i>Pascosensoren einführen</i></p>	

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Quantitativer Energiebegriff I				
<ul style="list-style-type: none"> • analysieren im Sachzusammenhang vorhandene Energieformen und deren Umwandlung. • beschreiben Möglichkeiten des Energietransports. • berücksichtigen in ihren Analysen und Rechnungen den Energieerhaltungssatz. • unterscheiden zwischen Energie und Leistung. • berechnen Energie, Leistung und beteiligte Größen wie zum Beispiel Geschwindigkeit, Höhe, Masse, elektrische Spannung, Stromstärke, Temperatur und Zeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieformen: potentielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie • Energietransport • Energieerhaltung • Energieentwertung • Leistung 	<p>Internet-Recherche zu „Energie in Zahlen“</p> <p>Kein $\frac{1}{2}mv^2$ unterrichten</p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Elementarteilchen				
<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen die Eigenschaften von Elementarteilchen. • erläutern den Aufbau von Atomkernen. • unterscheiden zwischen Elementen und Isotopen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proton, Neutron und Elektron • Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope 	Teilchenzoo am DESY (Internet) PHET – Simulationen zur Kernphysik Isotopentafel auf dem Tablet		
Radioaktiver Zerfall				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Verfahren zum Nachweis radioaktiver Strahlung. • nennen Möglichkeiten der Abschirmung radioaktiver Strahlung. • analysieren Zerfallsreihen radioaktiver Kerne. • führen (Modell-)Versuche zum radioaktiven Zerfall durch. • berechnen mit Hilfe des Zerfallsgesetzes Anteile von zerfallenen Kernen. • bewerten die Lagerung radioaktiver Abfälle hinsichtlich Abschirmung und Dauer. 	<ul style="list-style-type: none"> • α-, β-, γ-Zerfall • Aktivität • Halbwertszeit • Zerfallsgesetz • Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung • Nullrate • Abschirmung 	Viele Schülerexperimente mit dem Mekeruphy-Koffer sinnvoll Internet-Recherche zur Geschichte der Kernphysik, Präsentationen		

Kernenergie

- beschreiben und analysieren Kernreaktionen.
- verwenden Energiebilanzen zur Beschreibung von Kernreaktionen.
- vergleichen Kernkraftwerke mit konventionellen Kraftwerken.
- bewerten Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie.
- nennen die Folgen radioaktiver Strahlung.
- nennen Anwendungen in Medizin und Umwelt.

- Kernspaltung und Kettenreaktionen bei Kernkraftwerken und Kernwaffen
- Energiebilanzen bei Kernreaktionen
- Kernfusion in Fusionsreaktoren und in der Sonne
- Radioaktivität in Umwelt und Medizin

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Herausforderungen der Energieversorgung				
<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms. • erklären Phänomene mit Hilfe der Induktion. • erläutern Energieumwandlungen mit Hilfe des Elektromagnetismus. • erklären die Funktion von technischen Geräten mit Hilfe des Elektromagnetismus. • beschreiben Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule • Induktion • Lautsprecher und Mikrofon • Elektromotor und Generator • Transformator, Hochspannungsleitung 	Magnetfeldsensor im Smartphone (Vorsicht, nur schwache Magnetfelder) Pascosensoren U, I, B		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung (auch Digitalisierung)	zentrale und mögliche Versuche	Vorschläge zur Differenzierung
Herausforderungen der Energieversorgung				
<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen und bewerten unterschiedliche Arten der Energieversorgung. • berücksichtigen bei Energieumwandlungen den Wirkungsgrad. • beschreiben die Prozesse bei der Umwandlung von solarer Energie in technischen Anlagen. • analysieren die Probleme beim Transport und der Speicherung von Energie. • entwickeln Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie. • beschreiben die Mechanismen, die zum Treibhauseffekt führen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieversorgung: Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie • Probleme der Energieversorgung: Treibhauseffekt, Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie • Ansätze zur Problemlösung: verantwortungsvoller Umgang mit Energie und Nutzung regenerativer Energien 	<p>Internet-Recherche zu verschiedenen Möglichkeiten der Energieversorgung, Präsentationen</p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
Kinematik				
<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial. • identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. • bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differenzial- und Integralrechnung. • führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück. • führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfes durch. • wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung • gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung • freier Fall • waagerechter Wurf • Energieerhaltung 	<p>Dynamik und Kinematik können auch mehr oder weniger zusammen behandelt werden.</p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
Dynamik				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. • nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. • modellieren reale Bewegungen mit Hilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge. • sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft 	<p>Dynamik und Kinematik können auch mehr oder weniger zusammen behandelt werden.</p>	<i>Fallschirms</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Kräfte als Ursache von Impulsänderungen. • erläutern den Impulserhaltungssatz an Beispielen. • wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impuls • Impulserhaltung 	<p>Im Folgenden können auch die Kreisbewegungen unterrichtet werden. Bitte dann unbedingt absprechen.</p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
Schwingungen und Wellen				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Schwingungen und Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. • stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar und ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen. • berechnen Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel. • erläutern Bedingungen für mechanische harmonische Schwingungen. • beschreiben zeitliche Entwicklungen von Schwingungen unter Berücksichtigung von Dämpfung und Resonanz. • vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Größen: Schwingungsdauer, Frequenz, Wellenlänge, Amplitude, Elongation, Ausbreitungsgeschwindigkeit • Faden- und Federpendel • Schwingungsgleichung • Lineares Kraftgesetz • gedämpfte Schwingungen • Resonanz bei erzwungenen Schwingungen • mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten 	<p>Mechanische Schwingungen und Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen.</p> <p>Gerade im Profilkurs wird man Teile der Optik ins nächste Schuljahr ziehen (müssen).</p>		

Wellen

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. • erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips. • beschreiben die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mit der Wellengleichung. • erklären Unterschiede von Transversal und Longitudinalwellen • wenden das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts an. • Untersuchen Polarisationsphänomene experimentell. • nutzen die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit • Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung • Wellengleichung • Transversal- und Longitudinalwellen • Dopplereffekt (qualitativ) • Polarisierung 	<p>Einfachspalt auf Grundlegendem Niveau nur qualitativ</p> <p>Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.</p>		
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Überlagerung von Wellen / Spektren

<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen Interferenzphänomene experimentell. • erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern und nennen Bedingungen für das Auftreten von Interferenz. • berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen. • bestimmen mit Hilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle. • beschreiben den Aufbau und erklären die Funktionsweise eines Interferometers. • beschreiben die Überlagerung von reflektierten Wellen und erklären das Entstehen von stehenden Wellen. • bestimmen die Wellenlängen bei stehenden Wellen. • erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht. • klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien. • nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht • Superposition, Interferenz am Doppelspalt und am Gitter • Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht • Interferometer • stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen • Farben • elektromagnetisches Spektrum • diskrete und kontinuierliche Spektren • Emissions- und Absorptionsspektren 	<p>Zeigerdiagramme nicht verbindlich</p>		
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	--	--

Klasse 12 Thema: Elektrische und magnetische Felder ca. 20 Wochen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und vergleichen die grundlegenden Eigenschaften von Feldern an Beispielen (qualitativ). • interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. • beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern. 	<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Eigenschaften von Feldern am Beispiel des elektrischen, des Magnet- und des Gravitationsfeldes • elektrische Ladung • geladene Körper • Influenz • Kräfte zwischen Ladungen 			
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke. • skizzieren elektrische Felder mittels Feldlinien und Äquipotenziallinien. • beschreiben die Superposition von Feldern mittels Addition zweier feld- beschreibender Vektoren in der Ebene (zeichnerisch und quantitativ). • vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. • wenden das Gravitationsgesetz und das Coulomb'schen Gesetz an. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Feldstärke • Feldlinien, Äquipotenziallinien (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld) • Superposition und Abschirmung von elektrischen Feldern • Gravitationsgesetz • Coulomb'sches Gesetz 	Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zur Gravitation gefordert.		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators. • erläutern den Zusammenhang zwischen Spannung und 	<ul style="list-style-type: none"> • Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator • Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern 			

<p>elektrischer Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern.</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang von potenzieller Energie einer Ladung und dem Potenzial im elektrischen Feld. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzial, Spannung als Potenzialdifferenz 			
<ul style="list-style-type: none"> • berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. • beschreiben die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als Energiespeicher und kapazitives Bauelement in Stromkreisen. • beschreiben das Verhalten eines Dielektrikums im elektrischen Feld. • beschreiben und begründen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und Spannung bei Ladevorgängen und erläutern den Einfluss der Parameter Widerstand und Kapazität. • berechnen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Entladevorgängen mittels Exponentialfunktion. • berechnen den zeitlichen Verlauf von Stromstärke und Spannung beim Auf- und Entladevorgang eines Kondensators mittels Exponentialfunktion unter Berücksichtigung der Parameter Widerstand und Kapazität. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften des Plattenkondensators: • Kapazität (auch in Abhängigkeit von den geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) • gespeicherte Ladungsmenge • gespeicherte Energie • Dielektrikum (Polarisation) • Auf- und Entladevorgang eines Kondensators 			

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und berechnen die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld. • skizzieren das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule. • erläutern den Halleffekt. • messen die magnetische Flussdichte • beschreiben den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule. • berechnen die magnetische Flussdichte um einen Leiter und in einer Spule. • berechnen die Energie des magnetischen Feldes einer Spule. 	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Flussdichte • magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung • Halleffekt • Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule 			
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und berechnen die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern. • beschreiben und berechnen die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ladungen in homogenen elektrischen Feldern • bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft) 	<p>Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen bietet sich an dieser Stelle ebenso an wie die Analyse der physikalischen Vorgänge von Wechselstromkreisen.</p>		

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke). • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld und vergleichen sie mit Bewegungen im Gravitationsfeld. • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern. • berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes. 	<ul style="list-style-type: none"> • potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld • Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen 			
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. • berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. • erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. • analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Magnetfeld und im Gravitationsfeld. • erklären Drehbewegungen unter der Nutzung der Drehimpulserhaltung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Kreisbewegungen: <ul style="list-style-type: none"> · Bahn- und Winkelgeschwindigkeit · Zentripetalkraft • Kreisbewegungen in Gravitationsfeldern • Kreisbewegungen von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern • Drehimpuls und Drehimpulserhaltung 	<p>Kreisbewegungen können auch schon im Rahmen der Mechanik untersucht werden.</p> <p>Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen. Die kurze Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern und wenden das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter 	<ul style="list-style-type: none"> • Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate 			

<p>Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte an.</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung. • erläutern und wenden das Induktionsgesetz in differentieller Form an. • berechnen die Induktivität einer Spule. • erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis. • analysieren technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme). • analysieren elektromagnetische Schwingkreise. • berechnen frequenzabhängige Widerstände. • vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten. 	<p>des magnetischen Flusses (Differenzenquotient)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetischer Fluss • Induktionsgesetz in differentieller Form • Induktivität • Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule. • Selbstinduktion, Ein- und Ausschaltvorgänge • Beispiele für technische Anwendungen der Induktion (Wirbelströme) • Elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände, Schwingkreise 	<p>Als Anwendung eignet sich beispielsweise die Analyse von passiven Frequenzweichen in Lautsprecherboxen. Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen bietet sich an dieser Stelle an.</p>		
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Inhalte	Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Umsetzung	zentrale und mögliche Versuche	Digitalisierung
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt und Comptoneffekt und werten sie aus. • beschreiben das Verhalten des Lichts mithilfe von Teilcheneigenschaften. • erläutern die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung. • untersuchen mit Hilfe der Bragg-Reflexion Röntgenspektren. • beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt. • beschreiben Nachweismöglichkeiten für einzelne Photonen oder Elektronen. • werten Experimente zu Welleneigenschaft von Elektronen aus. • beschreiben die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten. • berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von 	<ul style="list-style-type: none"> • Photoeffekt • Comptoneffekt • Röntgenbremspektrum • Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen • Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen • Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge • de Broglie-Wellenlänge 			<p>Simulation Photoeffekt und Röntgenröhre möglich</p> <p>Simulationen zum Doppelspalt</p>

<p>Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Konsequenzen für ein Quantenobjekt hinsichtlich der Bestimmung von komplementären Größen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ort-Impuls-Unbestimmtheit 			
<ul style="list-style-type: none"> • benennen und erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie. • treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen. • erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. • beschreiben die Probleme bei der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik. • treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von stochastischen Aussagen. • beschreiben den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und der Wellenfunktion. • beschreiben die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments. 	<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Aspekte der Quantentheorie: stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit • quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus • stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) • Delayed-Choice Experiment 	<p>Nebenstehend wurden die in den Bildungsstandards formulierten grundlegenden Aspekte der Quantenphysik zur besseren Übersicht aus der Tabelle mit den einzelnen Inhalten herausgelöst. Die zugehörigen Kompetenzen sind abschlussbezogen und werden schrittweise im Laufe der Unterrichtseinheit entwickelt. Strahlteilerexperimente können in diesem Zusammenhang genutzt werden. Dies ist mit Hilfe von Simulationen oder einfachen Experimenten möglich.</p>		

<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron. • erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen. • berechnen Linienspektren mit Hilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome. • berechnen diskrete Energiewerte für den Potenzialtopf. • Beschreiben Aufenthaltswahrscheinlichkeiten eines Elektrons im Potenzialtopf. • erläutern die Konsequenzen der Unbestimmtheitsrelation für das Potenzialtopfmodell • erklären die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung. 	<ul style="list-style-type: none"> • quantenmechanisches Atommodell (qualitativ) • Orbitale des Wasserstoffatoms • Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema • Energieniveaus von Wasserstoff und wasserstoffähnlicher Atome • Modell des eindimensionalen Potenzialtopfes mit unendlich hohen Wänden • Charakteristische Röntgenstrahlung 	<p>Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen Beschreibung eines Atoms, das über historische Modelle hinausgeht. Die Behandlung der Schrödingergleichung ist nicht verbindlich, kann aber der Vertiefung dienen. Am Beispiel des Franck-Hertz-Versuchs können die Lernenden die links genannten inhaltsbezogenen Kompetenzen in Bezug auf eine andere Form der Anregung vertiefen. Ferner können sie ihre Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung durch ein forschendes Vorgehen weiterentwickeln („Forscherkreislauf“). Deshalb ist er in besonderem Maße als Experiment im Unterricht geeignet.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips dar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausblick auf Mehrelektronensysteme • Aufbau des Periodensystems • Pauli-Prinzip 			<p>Simulationen zum Atomaufbau (z.B. PHET)</p>

In 13.2. kann neben einer Abiturvorbereitung ein frei wählbaren Kontext unterrichtet werden. Hier kann dann eine Vertiefung des bisher gelernten stattfinden. Eine gute Möglichkeit ist hier die Astrophysik. Ist die Kontexteinbindung schon früher geschehen, kann in 13.2. natürlich auch der evtl. fehlende Stoff aus 13.1. nachgeholt werden.