

Schulinterner Lehrplan Sekundarstufe I und II

Physik

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>DIE FACHGRUPPE PHYSIK</u>	<u>3</u>
<u>2.</u>	<u>ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT</u>	<u>5</u>
2.1	UNTERRICHTSVORHABEN	5
2.1.1	ÜBERSICHTSRASTER UNTERRICHTSVORHABEN	7
2.1.2	KONKRETISIERTE UNTERRICHTSVORHABEN	23
2.2	GRUNDSÄTZE DER FACHMETHODISCHEN UND FACHDIDAKTISCHEN ARBEIT IM PHYSIKUNTERRICHT DER GYMNASIALEN OBERSTUFE	96
2.3	GRUNDSÄTZE DER LEISTUNGSBEWERTUNG UND LEISTUNGSRÜCKMELDUNG	98
2.4	LEHR- UND LERNMITTEL	109
<u>3</u>	<u>ENTSCHEIDUNGEN ZU FACH- UND UNTERRICHTSÜBERGREIFENDEN FRAGEN</u>	<u>110</u>
<u>4</u>	<u>QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUATION</u>	<u>111</u>

1. Die Fachgruppe Physik

Die Fachgruppe Physik am Kardinal-von-Galen-Gymnasium Münster besteht aus **5 Fachlehrerinnen und -lehrern (3m/2w)**. Den **Fachvorsitz** hat Herr Dr. Breuer, seine Vertretung ist Frau Dr. Borsutzky, auch die **Sammlungsleitung** hat dieses Team inne.

Aus pädagogischen Gründen hat sich die Fachgruppe entschlossen, keine radioaktiven Stoffe einzusetzen und benötigt deshalb auch keinen **Strahlenschutzbeauftragten**.

Der Fachunterricht findet in den beiden **Fachräumen** statt, von denen einer als Hörsaal einer als Experimentierraum gestaltet ist. Ein weiterer Raum wird vom allen Naturwissenschaftsgruppen benutzt. Stundenweise können die **Computerräume** mitgenutzt werden. Der **Sammlungsraum** enthält auch vier Arbeitsplätze zur Vorbereitung des Unterrichts und Lagerung der Unterrichtsmaterialien. Die **Lehrwerke** Duden Physik und Focus Physik verwenden wir in der Sekundarstufe I, in der Oberstufe wird das Lehrwerk „Dorn Bader Physik“ eingesetzt.

Christliches Profil

In unserem Selbstverständnis als christliche Schule vermitteln wir im Physikunterricht eine Achtung vor der Schöpfung und dem Menschen, die sich insbesondere im Umgang mit der Thematik der Energie und dem Umgang mit Radioaktivität ausdrückt.

Des Weiteren weisen wir bei wissenschaftlichen Fragestellungen immer wieder darauf hin, dass auch die Wissenschaft nicht für alle Phänomene des Alltags eine Erklärung hat.

Die **Sammlung** ist mit einem umfangreichen Bestand an Demonstrationsmaterialien ausgestattet, die laufend sowohl aus Mitteln des didaktischen Materials als aus Mitteln des Fördervereins erweitert wird. Als MINT-Schule legen wir insbesondere in der Sekundarstufe I viel Wert auf schülerorientiertes, handlungsorientiertes Arbeiten, das ausgehend von Alltagsphänomenen physikalische Gesetzmäßigkeiten erforscht. Für die Themengebiete Mechanik, Optik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Magnetismus sind umfangreiche Materialien vorhanden, so dass immer Tischgruppenweise experimentiert werden kann. Mit der Umstellung auf das 67,5 min-Modell ist es im Physikunterricht noch besser möglich, einen Versuch zu planen, durchzuführen und auszuwerten.

Die Fachgruppe Physik arbeitet eng zusammen und führt regelmäßig **Teamsitzungen** durch. Die gemeinsame Erstellung und der Austausch von Unterrichtsmaterialien werden unter anderem auch über das Internetportal „www.schulbistum.de“ organisiert.

Eine ausführliche Darstellung der Unterrichtsvorhaben findet sich in diesem Lehrplan.

Leistungsbewertung

In der Sekundarstufe II wird die Leistungsbewertung durch die Mitarbeit im Unterricht und die zwei Klausuren pro Halbjahr geleistet. In der Q1 kann eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden. In der Sekundarstufe I erfolgt die Leistungsbewertung vorrangig durch die Mitarbeit im Unterricht. Diese setzt sich aus der mündlichen Mitarbeit, der Arbeit beim Experimentieren und der Mitarbeit bei Gruppenarbeiten zusammen. Auch Tests können zur Leistungsbewertung hinzugezogen werden.

Kurswahlen:

In der Oberstufe bietet das KvG durchgehend Grundkurse im Fach Physik an, in der Regel kommt auch in jeder Stufe ein Leistungskurs zustande. In der Q1 besteht das Angebot des Projektkurs „Formel 1“, in dem die Schüler einen Rennwagen aus Balsaholz konstruieren, mit dem sie an nationalen Wettkämpfen teilnehmen. Diese anwendungsbezogene Fragestellung bereitet den Schülern ein sehr motivierendes Lernerlebnis. Somit bietet der Physikunterricht am KvG in allen Altersstufen und Kompetenzniveaus motivierende Handlungsfelder und eröffnet allen Schülerinnen und Schülern einen Zugang zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen.

Hinweis: Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt. Das **Übersichtsraster** gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben pro Schuljahr. In dem Raster sind, außer dem Thema des jeweiligen Vorhabens, das schwerpunktmäßig damit verknüpfte Inhaltsfeld bzw. die Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte des Vorhabens sowie Schwerpunktkompetenzen ausgewiesen. Die **Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben** führt weitere Kompetenzerwartungen auf und verdeutlicht vorhabenbezogene Absprachen, z.B. zur Festlegung auf einen Aufgabentyp bei der Lernerfolgsüberprüfung durch eine Klausur.

2. Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen aufzugreifen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Lerngelegenheiten für ihre Lerngruppe so anzulegen, dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von den Schülerinnen und Schülern erworben werden können.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „**Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben**“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen **schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen** sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten sowie in der Fachkonferenz verabredeten verbindlichen Kontexten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. **Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinter-**

sen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „**konkretisierter Unterrichtsvorhaben**“ (Kapitel 2.1.2, Tabellenspalten 3 und 4) empfehlenden Charakter, es sei denn, die Verbindlichkeit bestimmter Aspekte ist dort, markiert durch Fettdruck, explizit angegeben. Insbesondere Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen die konkretisierten Unterrichtsvorhaben vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den empfohlenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I (Klasse 5/6)		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<ul style="list-style-type: none"> Elektrizität und Magnetismus im Alltag Was der Strom alles kann Anziehen trotz Abstand – Magnete schaffen das <p>Zeitbedarf: 20 Ustd.</p>	<p><i>Elektrizität und Magnetismus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Sicherheitsbelehrung im Umgang mit Experimenten und elektrischen Strom Geschlossener Stromkreis, elektrische Quellen und Verbraucher, Nenn- und Betriebsspannung, Leiter und Isolatoren, Kurzschluss UND-, ODER-Schaltung, Wechsel-, Reihen und Parallelschaltung Magnete und ihre Wirkungen, magnetisieren, Herstellen von Magneten, Magnetfelder (insbesondere Magnetfeld der Erde), magnetische Wirkung des elektrischen Stroms, Dauermagnete und Elektromagnete im Vergleich Weitere Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärme- und Lichtwirkung, chemische 	<p>W6 Geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben</p> <p>W5 An Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt;</p> <p>S5 Einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen;</p> <p>S4 an Beispielen aus dem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stroms aufzeigen und unterscheiden;</p> <p>W4 Beim Magnetismus erklären, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder</p>
<ul style="list-style-type: none"> Sicherheit im Straßenverkehr Sehen und gesehen werden - die einfachste Kamera Wo Licht ist, ist auch Schatten <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Optik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Lichtquellen, Ausbreitung von Licht, Absorption, Streuung und Reflexion, das Sehen Bilder durch Öffnungen und an Spiegeln Licht und Schatten 	<p>W1 Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären;</p>
<ul style="list-style-type: none"> Was sich mit der Temperatur alles ändert Leben bei verschiedenen Temperaturen Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle Orientierung am Stand der Sonne <p>Zeitbedarf: 22 Ustd</p>	<p><i>Temperatur und Energie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Energie und ihre Nutzung Energiewandler, Energietransportketten, Energiespeicher, Erhaltung und Entwertung von Energie Thermometer, Temperaturmessung, Volumen und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung, Aggregatzustände (Teilchenmo- 	<p>E1 An Vorgängen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen;</p> <p>E2 In Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.</p> <p>E3 An Beispielen zeigen, dass Energie, die als</p>

	<p>delle)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieübertragung (Wärmeleitung, Wärmemitführung, Wärmestrahlung), • Sonne als Energiequelle 	<p>Wärme an die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter benutzt werden kann; E4 An Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen M1 an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern. M 2 Aggregatzustände, Aggregatzustands-Übergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben S1 Den Sonnenstand als für die Temperaturen auf der Erdoberfläche als eine Bestimmungsgröße erkennen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Physik und Musik • Sprechen und Hören, das Ohr, Sprache und Musik, Lärmschutz <p>Zeitbedarf: 8 Ustd</p>	<p><i>Schall</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schall und Schallausbreitung, Schallquellen, menschliche Stimme, Hörbereich, Ohr • Schallaufzeichnung und Wiedergabe, Lärm und Lärmschutz 	<p>S2 Grundgrößen der Akustik nennen; S3 Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern W2 Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren; W3 Geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdung durch Schall und Strahlung nennen</p>
<p>Summe Sek I (Klasse 5/6): 60 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I (Klasse 7)		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<ul style="list-style-type: none"> • Optik hilft dem Auge auf die Sprünge • Unsichtbares sichtbar machen • Die Welt der Farben <p>Zeitbedarf: 15 Ustd</p>	<p><i>Optik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Brechung von Licht, Brechungsgesetz, Totalreflexion und Anwendungen • Untersuchungen mit Linsen, Strahlenverlauf, Bilder auf der Netzhaut • Brille, Lupe, Fotoapparat, Diaprojektor, Mikroskop • Teleskope 	<p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen S8 die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben W7 Absorption, Reflexion und Brechung von</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Zerlegung von weißem Licht, Spektrum, infrarotes und ultraviolettes Licht 	<p>Licht beschreiben</p> <p>W1 die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären</p> <p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p> <p>W8 Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären</p>
<p>Summe Sek I (Klasse 7): 15 Stunden</p>		

<p>Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I (Klasse 8)</p>		
<p>Kontext und Leitfrage</p>	<p>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</p>	<p>Kompetenzschwerpunkte</p>
<p>Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus Elektrik rund um das Auto</p> <p>Zeitbedarf: 17 Ustd</p>	<p><i>Elektrizität –messen, verstehen, anwenden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Sicherheit, Quellen elektrischer Energie, elektrische Ladung, elektrisches Feld und Ladungsspeicherung. Bewegte Ladung, elektrische Stromstärke, Hausinstallation und Sicherheit Elektrische Spannung, Leerlaufspannung und Klemmspannung Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke, elektrischer Widerstand und Widerstandsgesetz Parallel- und Reihenschaltung, Stromstärke und Spannung in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen 	<p>E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p> <p>M1 verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen</p> <p>M 2 die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mithilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären</p> <p>M3 Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben</p> <p>S3 die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben</p> <p>S4 den quantitativen Zusammenhang von Span-</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Widerstand in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen, Spannungsteilerschaltung und kirchhoffsche Gesetz 	<p>nung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie kennen und zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen</p> <p>S1 Den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S2 Energieflüsse in offenen Systemen beschreiben</p> <p>S4 Die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.</p> <p>Technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p>
<ul style="list-style-type: none"> Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit - Einfache Maschinen: kleine Kräfte, lange Wege 100 Meter in 10 sek. - Physik und Sport <p>Zeitbedarf: 13 Ustd</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Kräfte und ihre Wirkungen, Messen und Darstellen von Kräften, Kräfteaddition Masse und Gewichtskraft, Schwerelosigkeit Reibungskräfte und Anwendungen Hebel, Rollen, Flaschenzüge, goldene Regel der Mechanik, mechanische Arbeit Bewegung und Ruhe, gleichförmige Bewegung, Messen, Berechnen und Darstellen von Geschwindigkeiten Kräfte und Bewegungsänderungen Mechanische und Kinetische Energie, Arbeit, Umwandlung und Erhaltung mechanischer Energie. 	<p>E2 die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</p> <p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen</p> <p>W1 Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen</p> <p>W2 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben</p>

		<p>W3 die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben</p> <p>W6 die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben</p> <p>E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p> <p>E3 die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben</p> <p>E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>S2 Energieflüsse offenen Systemen beschreiben</p> <p>W2 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben</p>
Summe Sek I (Klasse 8): 30 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I (Klasse 9)		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<ul style="list-style-type: none"> Tauchen in Natur und Technik <p>Zeitbedarf: 8 Ustd</p>	<p><i>Druck</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Druck, Schweredruck und hydrostatisches Paradoxon Hydraulik und Luftdruck Auftrieb in Flüssigkeiten, Schweben, Schwimmen, Sinken 	<p>E6 Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung</p>

		<p>der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern W4 Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden W5 Schweredruck formal beschreiben und in Beispielen anwenden</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Strahlendiagnostik und Strahlentherapie • Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren <p>Zeitbedarf: 12 Ustd</p>	<p><i>Radioaktivität und Kernenergie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Arten radioaktiver Strahlung • Reichweiten, • Zerfallreihen, • Halbwertszeit • Strahlendiagnostik und Strahlentherapie • Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren • Kernenergie, • Aufbau der Atome, ionisierende Strahlung • Strahlennutzen, Strahlenschäden • Strahlenschutz • Kernspaltung • Nutzen und Risiken der Kernenergie 	<p>E10 verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren M3 Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben M4 die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben M5 Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen M7 Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren M8 Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten W9 experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben W10 die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p>

		<p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>E8 beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann</p> <p>M6 Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S2 Energieflüsse in offenen Systemen beschreiben</p> <p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung • Strom für zu Hause - Energiesparhaus • Verkehrssysteme und Energieeinsatz <p>Zeitbedarf: 10 Ustd</p>	<p><i>Induktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetfelder stromdurchflossener Leiter, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz Lenzsche Gesetz • Wechselstromgenerator, Transformator <p><i>Energie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromverbundnetze, Fernübertragung, Messen und Berechnen der elektrischen Energie, Energiefluss in Stromkreisen. 	<p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>E6 Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen</p> <p>E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrigenergiehaus, Nullenergiehaus, Passivhaus, Blockheizkraftwerk, Wirkungsgrad • Innere Energie, Wärme und Arbeit, Energiebilanz bei Wärmekraftmaschinen, Wärmepumpe, Erhaltung und Entwertung von Energie, Perpetuum mobile 	<p>Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>E10 verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S4 den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie kennen und zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen</p> <p>S6 umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen</p> <p>E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p> <p>E2 die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</p> <p>E9 die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern</p> <p>M1 verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen</p>
--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrssysteme, Umweltbelastung, Verkehrsstromplanung, Lärmkarte • Otto- und Dieselmotor, alternative Antriebe 	<p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p> <p>E3 die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben</p> <p>E4 an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen</p> <p>E8 beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann</p> <p>S2 Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen</p> <p>S10 die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären</p>
<p>Summe Sek I (Klasse 9): 30 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Physik und Sport</i> Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren? Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl</p>
<p><i>Auf dem Weg in den Weltraum</i> Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem? Zeitbedarf: 19 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravitation • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Schall</i> Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen? Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen und Wellen • Kräfte und Bewegungen • Energie und Impuls 	<p>E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation</p>
<p>Summe Einführungsphase: 53 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Photons</i> Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Photon (Wellenaspekt) 	<p>E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation</p>
<p><i>Erforschung des Elektrons</i> Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Zeitbedarf: 13 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektron (Teilchenaspekt) 	<p>UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E5 Auswertung E6 Modelle</p>
<p><i>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</i> Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 3 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt) • Quantenobjekte und ihre Eigenschaften 	<p>E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><i>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</i> Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 12 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannung und elektrische Energie • Induktion • Spannungswandlung 	<p>UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien</p>
<p><i>Wirbelströme im Alltag</i> Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion 	<p>UF4 Vernetzung E5 Auswertung B1 Kriterien</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 40 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i> Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 9 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Energiequantelung der Atomhülle • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung 	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E2 Wahrnehmung und Messung
<i>Mensch und Strahlung</i> Wie wirkt Strahlung auf den Menschen? Zeitbedarf: 6 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kernumwandlungen • Ionisierende Strahlung • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung 	UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen
<i>Forschung am CERN und DESY</i> Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Zeitbedarf: 3 Ustd.	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> • Standardmodell der Elementarteilchen 	UF3 Systematisierung E6 Modelle
<i>Navigationssysteme</i> Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 5 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation 	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
<i>Teilchenbeschleuniger</i> Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: 4 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz 	UF4 Vernetzung B1 Kriterien
<i>Das heutige Weltbild</i> Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: 2 Ustd.	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz 	E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation
Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 29 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Satellitenavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</i> Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 3 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Problem der Gleichzeitigkeit 	UF2 Auswahl E6 Modelle
<p><i>Höhenstrahlung</i> Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitdilatation und Längenkontraktion 	E5 Auswertung K3 Präsentation
<p><i>Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten</i> Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativistische Massenzunahme • Energie-Masse-Beziehung 	UF4 Vernetzung B1 Kriterien
<p><i>Satellitenavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation</i> Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung 	K3 Präsentation
<p><i>Das heutige Weltbild</i> Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Problem der Gleichzeitigkeit • Zeitdilatation und Längenkontraktion • Relativistische Massenzunahme • Energie-Masse-Beziehung • Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung 	B4 Möglichkeiten und Grenzen

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Untersuchung von Elektronen</i> Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Zeitbedarf: 16 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern 	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</i> Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet? Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern 	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</i> Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Elektromagnetische Induktion 	UF2 Auswahl E6 Modelle B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</i> Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden? Zeitbedarf: 18 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Elektromagnetische Schwingungen und Wellen 	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 80 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<i>Erforschung des Photons</i> Besteht Licht doch aus Teilchen? Zeitbedarf: 9 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Licht und Elektronen als Quantenobjekte • Welle-Teilchen-Dualismus • Quantenphysik und klassische Physik 	UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen
<i>Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</i> Was ist Röntgenstrahlung? Zeitbedarf: 7 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Licht und Elektronen als Quantenobjekte 	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
<i>Erforschung des Elektrons</i> Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 7 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Welle-Teilchen-Dualismus 	UF1 Wiedergabe K3 Präsentation
<i>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</i> Was ist anders im Mikrokosmos? Zeitbedarf: 7 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation • Quantenphysik und klassische Physik 	UF1 Wiedergabe E7 Arbeits- und Denkweisen

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</i> Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau 	<p>UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</i> Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ionisierende Strahlung • Radioaktiver Zerfall 	<p>UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung</p>
<p><i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</i> Wie funktioniert die ¹⁴C-Methode? Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktiver Zerfall 	<p>UF2 Auswahl E5 Auswertung</p>
<p><i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</i> Wie funktioniert ein Kernkraftwerk? Zeitbedarf: 7 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernspaltung und Kernfusion • Ionisierende Strahlung 	<p>B1 Kriterien UF4 Vernetzung</p>
<p><i>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</i> Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen 	<p>UF3 Systematisierung K2 Recherche</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 70 Stunden</p>		

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

2.1.2.1 Sekundarstufe I

A Jahrgangsstufen 5 und 6

In den Jahrgangsstufen 5 und 6 wird am KvG-Gymnasium das Fach Physik epochal (1 HJ) zweistündig unterrichtet. Nach Möglichkeit wird mindestens eine Stunde im Schülerübungsraum R. 64 erteilt.

Als Lehrbuch ist das Buch „Physik 5/6 DUDEN PAETEC Schulbuchverlag“ eingeführt.

Bei der folgenden Stundenverteilung wird von einer Gesamtstundenanzahl von ca. 35 Schulstunden ausgegangen. 30 Stunden sind im Lehrplan eingebunden, die restlichen Stunden stehen dem Unterricht für Projekte, aktuelle Themen oder zur Vertiefung zur Verfügung.

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
1 Elektrizitätslehre (20 Ustd.)	- Elektrizität im Alltag - Was der Strom alles kann	
Sicherheitsbelehrung im Umgang mit Experimenten und elektrischen Strom		W6 Geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben
Geschlossener Stromkreis, elektrische Quellen und Verbraucher, Nenn- und Betriebsspannung, Leiter und Isolatoren, Kurzschluss	Untersuchung der Fahrradbeleuchtung und einfachem Stromkreis mit Glühlampe und Batterie/Transformator	W5 An Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt;
UND-, ODER-Schaltung, Wechsel-, Reihen und Parallelschaltung	Experimentieren mit Stromkreisen am einfachen Bausatz	S5 Einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen;
Magnete und ihre Wirkungen, magnetisieren, Herstellen von Magneten, Magnetfelder (insbesondere Magnetfeld der Erde), magnetische Wirkung des elektrischen Stroms, Dauermagnete und Elektromagnete im Vergleich	Anwendungen (z.B. Kompass, Klingel)	S4 an Beispielen aus dem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stroms aufzeigen und unterscheiden; W4 Beim Magnetismus erklären, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder

Weitere Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärme- und Lichtwirkung, chemische Wirkung;	Anwendungen bei Glühlampe, Toaster, Bügeleisen, Sicherung	abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können
---	---	---

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
2 Licht (10 Ustd.)	- Sicher im Straßenverkehr	
Lichtquellen, Ausbreitung von Licht, Absorption, Streuung und Reflexion, das Sehen Bilder durch Öffnungen und an Spiegeln Licht und Schatten	- Sicherheit im Straßenverkehr, Reflektoren Lochkamera Mondphasen, Sonnen – und Mondfinsternis	W1 Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären;

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
3 Temperatur und Energie (22 Ustd.)	- Was sich mit der Temperatur alles ändert - Leben bei verschiedenen Temperaturen - Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle	
Energie und ihre Nutzung, Energiewandler, Energietransportketten, Energiespeicher, Erhaltung und Entwertung von Energie Thermometer, Temperaturmessung, Volumen und Längenänderung bei Erwärmung und	Verschiedene Arten von Energie (elektrische, thermische, Bewegungsenergie), Kraftwerk Fließdiagramme erstellen und deuten Bau und Eichung eines einfachen Thermometers, Brücken auf Rollen, Bimetallschalter,	E1 An Vorgängen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen; E2 In Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen. E3 An Beispielen zeigen, dass Energie, die

Abkühlung, Aggregatzustände (Teilchenmodell)	Thermostatventil, Feuermelder und Sprengleranlage, Wärmedämmung, Anomalie des Wassers	als Wärme an die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter benutzt werden kann; E4 An Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen
Energieübertragung (Wärmeleitung, Wärmemitführung, Wärmestrahlung), Sonne als Energiequelle	Heizung Wärmeverlust bei Tieren	M1 an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern. M 2 Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben S1 Den Sonnenstand als für die Temperaturen auf der Erdoberfläche als eine Bestimmungsgröße erkennen.

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
4 Schall (8 Ustd.)	Physik und Musik	
Schall und Schallausbreitung, Schallquellen, menschliche Stimme, Hörbereich, Ohr Schallaufzeichnung und Wiedergabe, Lärm und Lärmschutz	Sprechen und Hören, das Ohr, Sprache und Musik, Lärmschutz	S2 Grundgrößen der Akustik nennen; S3 Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern W2 Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren; W3 Geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdung durch Schall und Strahlung nennen

B Jahrgangsstufe 7

In der Jahrgangsstufe 7 wird das Fach Physik am KvG-Gymnasium im zweiten Halbjahr einstündig unterrichtet, nach Möglichkeit im Schülerübungsraum R. 64.

Als Lehrbuch ist das Buch „Physik 7-9 DUDEN PAETEC Schulbuchverlag“ eingeführt.

Bei der folgenden Stundenverteilung wird von einer Gesamtstundenanzahl von ca. 18 Schulstunden ausgegangen. 15 Stunden sind im Lehrplan eingebunden, die restlichen Stunden stehen dem Unterricht für Projekte, aktuelle Themen oder zur Vertiefung zur Verfügung.

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
1 Optik hilft dem Auge auf die Sprünge (15 Ustd.)	- Unsichtbares Sichtbar machen - Die Welt der Farben	
Brechung von Licht, Brechungsgesetz, Totalreflexion und Anwendungen	Strahlengang durch planparallele Platte, Prisma Datenübertragung durch Lichtleiter	S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen
Untersuchungen mit Linsen, Strahlenverlauf, Bilder auf der Netzhaut	Experimente mit Linsen, Messung und Konstruktion, Strahlengang durch Bikonvex-Linse	S8 die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben W7 Absorption, Reflexion und Brechung von Licht beschreiben
Brille, Lupe, Fotoapparat, Diaprojektor, Mikroskop	Astronomisches Fernrohr im Eigenbau Vergleich Auge Kamera	W1 die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären
Teleskope		S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern
Zerlegung von weißem Licht, Spektrum, infrarotes und ultraviolettes Licht	Die Welt der Farben	W8 Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.
Additive und subtraktive Farbmischung		

C Jahrgangsstufe 8

In den Jahrgangsstufe 8 wird am KvG-Gymnasium das Fach Physik epochal (1 HJ) zweistündig unterrichtet. Nach Möglichkeit wird mindestens eine Stunde im Schülerübungsraum R. 64 erteilt.

Als Lehrbuch ist das Buch „Physik 7-9 DUDEN PAETEC Schulbuchverlag“ eingeführt.

Bei der folgenden Stundenverteilung wird von einer Gesamtstundenanzahl von ca. 35 Schulstunden ausgegangen. 30 Stunden sind im Lehrplan

eingebunden, die restlichen Stunden stehen dem Unterricht für Projekte, aktuelle Themen oder zur Vertiefung zur Verfügung.

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
1 Elektrizität – messen, verstehen, anwenden (17 Ustd.)	- Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus - Elektrik rund um das Auto	
Sicherheit, Quellen elektrischer Energie, elektrische Ladung, elektrisches Feld und Ladungsspeicherung. Bewegte Ladung, elektrische Stromstärke, Hausinstallation und Sicherheit Elektrische Spannung, Leerlaufspannung und Klemmspannung Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke, elektrischer Widerstand und Widerstandsgesetz	Nachweis von Wirkung der elektrischen Ladung Einfaches Kern-Hülle-Modell Regeln Verhalten bei Gewitter Modell Wasserstromkreis elektrische Schaltungen planen und aufbauen Spannung (stärke des Antriebs) Schaltung von Batterien Messung von R, U und I im Stromkreis Umgang mit dem Multimeter	E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen M1 verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen M 2 die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mithilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären M3 Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben S3 die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben S4 den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie kennen und zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen

<p>Parallel- und Reihenschaltung, Stromstärke und Spannung in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen</p> <p>Widerstand in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen, Spannungsteilerschaltung und Kirchhoffsche Gesetz</p>	<p>Voraussagen mithilfe des Wasserstromkreises</p>	<p>S1 Den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S2 Energieflüsse in offenen Systemen beschreiben</p> <p>S4 Die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.</p> <p>Technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p>
---	--	---

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
<p>2. Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit (13 Ustd.)</p>	<p>- Einfache Maschinen: kleine Kräfte, lange Wege</p> <p>- 100 Meter in 10 sek. - Physik und Sport</p> <p>- Tauchen in Natur und Technik</p>	
<p>Kräfte und ihre Wirkungen, Messen und Darstellen von Kräften, Kräfteaddition</p> <p>Masse und Gewichtskraft, Schwerelosigkeit</p> <p>Reibungskräfte und Anwendungen</p> <p>Hebel, Rollen, Flaschenzüge, goldene Regel der</p>	<p>einfache Geräte und Maschinen untersuchen, montieren und demontieren</p> <p>Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft (Beispiel Astronaut)</p>	<p>E2 die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</p> <p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für</p>

Mechanik, mechanische Arbeit

Bewegung und Ruhe, gleichförmige
Bewegung, Messen, Berechnen und Darstellen
von Geschwindigkeiten

Kräfte und Bewegungsänderungen

Mechanische und Kinetische Energie, Arbeit,
Umwandlung und Erhaltung mechanischer
Energie.

Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen
auf die Umwelt beurteilen

W1 Bewegungsänderungen oder Verformungen von
Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen

W2 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Grö-
ßen beschreiben

W3 die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten
von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben

W6 die Beziehung und den Unterschied zwischen
Masse und Gewichtskraft beschreiben

E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen
komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und
dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungspro-
zesse erkennen und darstellen

E3 die Verknüpfung von Energieerhaltung und Ener-
gieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik
(z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraft-
werken usw.) erkennen und beschreiben

E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen
Strom transportierte sowie thermisch übertragene
Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal be-
schreiben und für Berechnungen nutzen

S2 Energieflüsse offenen Systemen beschreiben

W2 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Grö-
ßen beschreiben

D Jahrgangsstufe 9

In den Jahrgangsstufe 9 wird am KvG-Gymnasium das Fach Physik epochal (1 HJ) zweistündig unterrichtet. Nach Möglichkeit wird mindestens eine Stunde im Schülerübungsraum R. 64 erteilt.

Als Lehrbuch ist das Buch „Physik 7-9 DUDEN PAETEC Schulbuchverlag“ eingeführt.

Bei der folgenden Stundenverteilung wird von einer Gesamtstundenanzahl von ca. 35 Schulstunden ausgegangen. 30 Stunden sind im Lehrplan eingebunden, die restlichen Stunden stehen dem Unterricht für Projekte, aktuelle Themen oder zur Vertiefung zur Verfügung.

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
1a Tauchen in Natur und Technik (8 Ustd.)	Tauchen in Natur und Technik	
Druck, Schweredruck, und hydrostatisches Paradoxon Hydraulik und Luftdruck Auftrieb in Flüssigkeiten, Schweben, Schwimmen, Sinken		E6 Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung) S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern W4 Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden W5 Schweredruck formal beschreiben und in Beispielen anwenden

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
2 Radioaktivität und Kernenergie (12 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Strahlendiagnostik und Strahlentherapie - Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren 	
<ul style="list-style-type: none"> Aufbau der Atome, ionisierende Strahlung Strahlennutzen, Strahlenschäden Strahlenschutz Kernspaltung Nutzen und Risiken der Kernenergie 	<ul style="list-style-type: none"> Arten radioaktiver Strahlung Reichweiten, Zerfallreihen, Halbwertszeit Strahlendiagnostik und Strahlentherapie Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren Kernenergie, Beispiel Fukushima Endlagerung 	<ul style="list-style-type: none"> E10 verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren M3 Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben M4 die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben M5 Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen M7 Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren M8 Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten W9 experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben W10 die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen

		<p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>E8 beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann</p> <p>M6 Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S2 Energieflüsse in offenen Systemen beschreiben</p> <p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p>
--	--	---

Themen/Inhalte/Begriffe/Ziele	Fachliche Kontexte	Methoden/Kompetenzen
--------------------------------------	---------------------------	-----------------------------

3 Effiziente Energienutzung (10 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Strom für zu Hause - Energiesparhaus - Verkehrssysteme und Energieeinsatz 	
<p>Magnetfelder stromdurchflossener Leiter, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz, Lenzsche Gesetz</p> <p>Wechselstromgenerator, Transformator</p> <p>Stromverbundnetze, Fernübertragung, Messen und Berechnen der elektrischen Energie, Energiefluss in Stromkreisen.</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Energie, Zeit, Spannung, und Stromstärke</p> <p>Die Energieflüsse sind sowohl für die Parallelschaltung als auch für die Reihenschaltung zu diskutieren.</p> <p>Projekt „Energie sparen – aber wie?“</p>	<p>E5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>E6 Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen</p> <p>E7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>E10 verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren</p> <p>S1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S4 den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie kennen und zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen</p> <p>S6 umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen</p> <p>E1 in relevanten Anwendungszusammenhängen kom-</p>

<p>Niedrigenergiehaus, Nullenergiehaus, Passivhaus, Blockheizkraftwerk, Wirkungsgrad</p> <p>Innere Energie, Wärme und Arbeit, Energiebilanz bei Wärmekraftmaschinen, Wärmepumpe, Erhaltung und Entwertung von Energie, Perpetuum mobile</p>	<p>Wärmekraftwerken</p> <p>Wirkungsgrad einer Anlage</p> <p>Treibhauseffekt</p>	<p>plexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p> <p>E2 die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</p> <p>E9 die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern</p> <p>M1 verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen</p> <p>S9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern</p>
<p>Verkehrssysteme, Umweltbelastung, Verkehrsstromplanung, Lärmkarte</p> <p>Otto- und Dieselmotor, alternative Antriebe</p>		<p>E3 die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben</p> <p>E4 an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen</p> <p>E8 beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann</p> <p>S2 Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben</p> <p>S7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen</p> <p>S10 die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären</p>

2.1.2.2 Einführungsphase

Inhaltsfeld: *Mechanik*

Kontext: *Physik und Sport (28 Ustd.)*

Leitfrage: Wie lassen sich Bewegungen vermessen, analysieren und optimieren?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können ...

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

(K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Sport Aristoteles vs. Galilei (2 Ustd.)	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4).	<p>Textauszüge aus Galileis <i>Discorsi zur Mechanik und zu den Fallgesetzen</i></p> <p>Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)</p>	Einstieg über faire Beurteilung sportlicher Leistungen (Weitsprung in West bzw. Ostrichtung, Speerwurf usw., Konsequenzen aus der Ansicht einer ruhenden oder einer bewegten Erde) Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper Vorstellungen zur Trägheit und zur Fallbewegung, Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten Vergleich der Vorstellungen von Aristoteles und Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<p>Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen (10 Ustd.)</p>	<p>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1), planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. <i>t-s</i>- und <i>t-v</i>-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),</p>	<p>Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA</i>, <i>Tracker</i>) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen)</p> <p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Freier Fall und Bewegung auf einer schiefen Ebene</p> <p>Wurfbewegungen Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel</p>	<p>Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation)</p> <p>Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung)</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung</p> <p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Erstellung von <i>t-s</i>- und <i>t-v</i>-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden.</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p> <p>Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen</p> <p>Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen)</p> <p>Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung (8 Ustd.)	<p>berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),</p> <p>entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4),</p> <p>reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4),</p> <p>geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),</p>	<p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</p> <p>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p>	<p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p> <p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I.</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Energie und Leistung Impuls (8 Ustd.)	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),</p> <p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),</p> <p>verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),</p> <p>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),</p> <p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),</p>	<p>Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals</p> <p>Fadenpendel (Schaukel)</p> <p>Sportvideos</p> <p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</p> <p>Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen</p> <p>Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit</p> <p>Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p>Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung)</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße</p> <p>Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)</p> <p>Hinweis: Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Welt-raum“</p>
28 Ustd.	Summe		

Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum (19 Ust.)

Leitfrage: Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?

Inhaltliche Schwerpunkte: Gravitation, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (2 Ustd.)	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),	Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell	Einstieg über Film zur Entwicklung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen
Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (2 Ustd.)	ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6), beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3).	Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen	Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Benutzung geeigneter Apps

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (4 Ustd.)	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet	Newton'sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler'schen Gesetze Newton'sche „Mondrechnung“ Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes und der Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“
Kreisbewegungen (6 Ustd.)	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),	Messung der Zentralkraft An dieser Stelle sollen das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.	Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung: Herausstellen der Notwendigkeit der Konstanthaltung der restlichen Größen bei der experimentellen Bestimmung einer von mehreren anderen Größen abhängigen physikalischen Größe (hier bei der Bestimmung der Zentripetalkraft in Abhängigkeit von der Masse des rotierenden Körpers) Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten Bahnen von Satelliten und Planeten
Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß (7 Ustd.)	verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).	Skateboards und Medizinball Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	Impuls und Rückstoß Bewegung einer Rakete im luftleeren Raum Untersuchungen mit einer Wasserrakete, Simulation des Fluges einer Rakete in einer Excel-Tabelle Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
19 Ustd.	Summe		

Kontext: Schall (6 Ustd.)

Leitfrage: Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Schwingungen und Wellen, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden, (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Entstehung und Ausbreitung von Schall (3 Ustd.)	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuimglocke	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen
Modelle der Wellenausbreitung (2 Ustd.)	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
Erzwungene Schwingungen und Resonanz (1 Ustd.)	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten
6 Ustd.	Summe		

2.1.2.3 Qualifikationsphase: Grundkurs

Inhaltsfeld: *Quantenobjekte (GK)*

Kontext: *Erforschung des Photons (10 Ustd.)*

Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (5 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> (E5),	Doppelspalt und Gitter, Wellenwanne quantitative Experimente mit Laserlicht	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (ggf. als Schülerpräsentation) Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter Sehr schön sichtbare Beugungsphänomene finden sich vielfach bei Meereswellen (s. Google-Earth)
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (5 Ustd.)	demonstrieren anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),	Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotозelle	Roter Faden: Von Hallwachs bis Elektronenbeugung Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben. Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
10 Ustd.	Summe		

Kontext: *Erforschung des Elektrons (13 Ustd.)*

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Elementarladung (5 Ustd.)	erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).	schwebender Wattebausch Millikanversuch als Simulation Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung)	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren

<p>Elektronenmasse (5 Ustd.)</p>	<p>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1), bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),</p>	<p><i>e/m</i>-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft) evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit) Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde</p>	<p>Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft: Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder stromdurchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke. Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.</p>
<p>Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (3 Ustd.)</p>	<p>erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).</p>	<p>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</p>	<p>Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung</p>
<p>13 Ustd.</p>	<p>Summe</p>		

Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte (3 Ustd.)

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Licht und Materie (5 Ustd.)	<p>erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),</p> <p>verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3).</p> <p>zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4),</p> <p>beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).</p>	<p>Computersimulation</p> <p>Doppelspalt</p> <p>Photoeffekt</p>	<p>Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik</p>
3 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: *Elektrodynamik (GK)* (12 Ustd.)

Kontext: *Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren*

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</p> <p>Elektromagnetische Induktion</p> <p>Induktionsspannung</p> <p>(3 Ustd.)</p>	<p>erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),</p> <p>definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),</p> <p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p>	<p>bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „Leiterschaukelversuch“</p> <p>Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel)</p> <p>Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird.</p> <p>Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B.</p>	<p>Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele.</p> <p>Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet.</p> <p>Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeführt.</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Technisch praktikable Generatoren:</p> <p>Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen (4 Ustd.)</p>	<p>recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),</p> <p>erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</p>	<p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip</p> <p>Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p>	<p>Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.</p>
	<p>erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p> <p>führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</p>	<p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator (3 Ustd.)	erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2). geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	diverse „Netzteile“ von Elektrokleingeräten (mit klassischem Transformator) Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes	Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt). Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen. Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.
Energieerhaltung Ohm'sche „Verluste“ (2 Ustd.)	verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> , um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4), beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).	Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen	Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
12 Ustd.	Summe		

Kontext: Wirbelströme im Alltag (2 Ustd.)

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Lenz'sche Regel (2 Ustd.)	erläutern anhand des <i>Thomson'schen Ringversuchs</i> die Lenz'sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),	Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.	Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)
2 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: Strahlung und Materie (GK)**Kontext: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos (9 Ustd.)**

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),	Literaturrecherche, Schulbuch	Ausgewählte Beispiele für Atommodelle
Energieniveaus der Atomhülle (2 Ustd.)	erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),	Erzeugung von Linienpektren mithilfe von Gasentladungslampen	Deutung der Linienpektren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen (2 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	Franck-Hertz-Versuch	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)
Röntgenstrahlung (2 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	Aufnahme von Röntgenspektren (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)	Im Zuge der „Elemente der Quantenphysik“ kann die Röntgenstrahlung bereits als Umkehrung des Photoeffekts bearbeitet werden Mögliche Ergänzungen: Bremspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Sternspektren und Fraunhoferlinien (1 Ustd.)	interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1), erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2), stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),	Flammenfärbung Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien Spektralanalyse	u. a. Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)
9 Ustd.	Summe		

Kontext: Mensch und Strahlung (6 Ustd.)

Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Strahlungsarten (2 Ustd.)	unterscheiden α -, β -, γ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3), erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),	Recherche Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I
Elementumwandlung (1 Ustd.)	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),	Nuklidkarte	
Detektoren (1 Ustd.)	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (<i>Geiger-Müller-Zählrohr</i>) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),	Geiger-Müller-Zählrohr	An dieser Stelle können Hinweise auf Halbleiterdetektoren gegeben werden.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie (2 Ustd.)</p>	<p>beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),</p> <p>bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),</p> <p>begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),</p> <p>erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2).</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4)</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),</p>	<p>ggf. Einsatz eines Films / eines Videos</p>	<p>Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.</p> <p>Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffen: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis</p>
6 Ustd.	Summe		

Kontext: Forschung am CERN und DESY (3 Ustd.)

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kernbausteine und Elementarteilchen (2 Ustd.)	erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1). recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	Mögliche Schwerpunktsetzung: Paarerzeugung, Paarvernichtung,
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept (1 Ustd.)	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).	Lehrbuch, Animationen	Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren
3 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: *Relativität von Raum und Zeit (GK) (5 Ustd.)*

Kontext: *Navigationssysteme*

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Relativität der Zeit (5 Ustd.)	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),</p> <p>erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7),</p> <p>erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfalls</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1).</p> <p>erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3),</p> <p>begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),</p> <p>erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),</p>	<p>Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation)</p> <p>Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation)</p> <p>Myonenzerfall (Experimentepool der Universität Wuppertal)</p>	<p>Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen</p> <p>Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments</p> <p>Herleitung der Formel für die Zeitdilatation am Beispiel einer „bewegten Lichtuhr“.</p> <p>Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation. Betrachtet man das Bezugssystem der Myonen als ruhend, kann die Längenkontraktion der Atmosphäre plausibel gemacht werden.</p> <p>Die Formel für die Längenkontraktion wird angegeben.</p>
5 Ustd.	Summe		

Kontext: Teilchenbeschleuniger (4 Ustd.)

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (2 Ustd.)	erläutern die Funktionsweise eines <i>Zyklotrons</i> und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),	Zyklotron (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geräten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.
Ruhemasse und dynamische Masse (2 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1). zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)	Film / Video	Die Formeln für die dynamische Masse und $E=mc^2$ werden als deduktiv herleitbar angegeben. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen, Hier können Texte und Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.
4 Ustd.	Summe		

Kontext: Das heutige Weltbild (2 Ustd.)

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7), beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)	Lehrbuch, Film / Video	
2 Ustd.	Summe		

2.1.2.4 Qualifikationsphase: Leistungskurs**Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)****Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut (3 Ustd.)**

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit Inertialsysteme Relativität der Gleichzeitigkeit (3 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6), erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2), begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation) Relativität der Gleichzeitigkeit (Video / Film)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson- und Morley-Experiments (Computersimulation). Das Additionstheorem für relativistische Geschwindigkeiten kann ergänzend ohne Herleitung angegeben werden.
3 Ustd.	Summe		

Kontext: Höhenstrahlung (4 Ustd.)

Leitfrage: Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmo-sphäre die Erdoberfläche?

Inhaltliche Schwerpunkte: Zeitdilatation und Längenkontraktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Zeitdilatation und relativistischer Faktor (2 Ustd., zusätzlich Exkursion)	Die Schülerinnen und Schüler... leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5), reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7). erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)	Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation) Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)	Mit der Lichtuhr wird der relativistische Faktor γ hergeleitet. Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als eine experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation.
Längenkontraktion (2 Ustd.)	begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6), erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1), beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),	Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität) – s. o.	Der Myonenzerfall dient als experimentelle Bestätigung der Längenkontraktion (im Vergleich zur Zeitdilatation) – s. o. Herleitung der Formel für die Längenkontraktion
4 Ustd.	Summe		

Kontext: Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten (5 Ustd.)

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (1 Ustd.)	erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),	Bertozzi-Experiment (anhand von Literatur)	Hier würde sich eine Schülerpräsentation des Bertozzi-Experiments anbieten. Der Einfluss der Massenzunahme wird in einer Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht. Die Formel für die dynamische Masse wird als deduktiv herleitbar angegeben.
Ruhemasse und dynamische Masse (2 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1) berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2)		Die Differenz aus dynamischer Masse und Ruhemasse wird als Maß für die kinetische Energie eines Körpers identifiziert.
Bindungsenergie im Atomkern Annihilation (2 Ustd.)	beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4), bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1), beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),	Historische Aufnahme von Teilchenbahnen	Interpretation des Zusammenhangs zwischen Bindungsenergie pro Nukleon und der Kernspaltungs- bzw. Kernfusionsenergie bei den entsprechenden Prozessen. Es können Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen
5 Ustd.	Summe		

Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation (2 Ustd.)

Leitfrage: Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Gravitation und Zeitmessung (1 Ustd.)	beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4)	Der Gang zweier Atomuhren in unterschiedlicher Höhe in einem Raum (früheres Experimente der PTB Braunschweig) Flug von Atomuhren um die Erde (Video)	Dieser Unterrichtsabschnitt soll lediglich einen ersten – qualitativ orientierten – Einblick in die Äquivalenz von Gravitation und gleichmäßig beschleunigten Bezugssystemen geben. Elemente des Kontextes Satellitennavigation können genutzt werden, um sowohl die Zeitdilatation (infolge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Satelliten) als auch die Gravitationswirkung (infolge ihres Aufenthalts an verschiedenen Orten im Gravitationsfeld der Erde) zu verdeutlichen.
Die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit) (1 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).	Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment Das Zwillingsparadoxon (mit Beschleunigungsphasen und Phasen der gleichförmigen Bewegung Film / Video	An dieser Stelle könnte eine Schülerpräsentation erfolgen (mithilfe der Nutzung von Informationen und Animationen aus dem Internet)
2 Ustd.	Summe		

Kontext: Das heutige Weltbild (2 Ustd.)

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion, Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung, Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).	Lehrbuchtexte, Internetrecherche	Ggf. Schülervortrag
2 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: *Elektrik (LK)*

Kontext: *Untersuchung von Elektronen (16 Ustd.)*

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder, Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Grundlagen: Ladungstrennung, Ladungsträger (2 Ustd.)	erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),	einfache Versuche zur Reibungselektrizität – Anziehung / Abstoßung, halbquantitative Versuche mit Hilfe eines Elektrometerverstärkers: Zwei aneinander geriebene Kunststoffstäbe aus unterschiedlichen Materialien tragen betragsmäßig gleiche, aber entgegengesetzte Ladungen, Influenzversuche	An dieser Stelle sollte ein Rückgriff auf die S I erfolgen. Das Elektron soll als (ein) Träger der negativen Ladung benannt und seine Eigenschaften untersucht werden.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Bestimmung der Elementarladung: elektrische Felder, Feldlinien potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung Kondensator Elementarladung (8 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),	Skizzen zum prinzipiellen Aufbau des Millikanversuchs, realer Versuchsaufbau oder entsprechende Medien (z. B: RCL (remote control laboratory), einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder im Feldlinienmodell, Plattenkondensator (homogenes E-Feld),	Die Versuchsidee „eines“ Millikanversuchs wird erarbeitet. Der Begriff des elektrischen Feldes und das Feldlinienmodell werden eingeführt. Die elektrische Feldstärke in einem Punkt eines elektrischen Feldes, der Begriff „homogenes Feld“ und die Spannung werden definiert.
	leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),	evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition, Spannungsmessung am Plattenkondensator, Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikanversuch	Zusammenhang zwischen E und U im homogenen Feld Bestimmung der Elementarladung mit Diskussion der Messgenauigkeit An dieser Stelle sollten Übungsaufgaben erfolgen, z.B. auch zum Coulomb'schen Gesetz. Dieses kann auch nur per Plausibilitätsbetrachtung eingeführt werden.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Bestimmung der Masse eines Elektrons: magnetische Felder, Feldlinien, potentielle Energie im elektrischen Feld, Energie bewegter Ladungsträger, Elektronenmasse (6 Ustd.)	erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3), ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),	Fadenstrahlrohr (zunächst) zur Erarbeitung der Versuchsidee, (z.B.) Stromwaage zur Demonstration der Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld sowie zur Veranschaulichung der Definition der magnetischen Feldstärke, Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentzkraft, Fadenstrahlrohr zur e/m – Bestimmung (das Problem der Messung der magnetischen Feldstärke wird ausgelagert.)	Die Frage nach der Masse eines Elektrons führt zu weiteren Überlegungen. Als Versuchsidee wird (evtl. in Anlehnung an astronomischen Berechnungen in der EF) die Auswertung der Daten einer erzwungenen Kreisbewegung des Teilchens erarbeitet. Dazu wird der Begriff des magnetischen Feldes eingeführt sowie die Veranschaulichung magnetischer Felder (inkl. Feldlinienmodell) erarbeitet. Definition der magnetischen Feldstärke, Definition des homogenen Magnetfeldes, Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, Herleitung der Formel für die Lorentzkraft,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</p> <p>leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4),</p> <p>schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),</p>		<p>Ein Verfahren zur Beschleunigung der Elektronen sowie zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeit wird erarbeitet.</p>
16 Ustd.	Summe		

Kontext: Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen (15 Ustd.)

Leitfrage: Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder, Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Anwendungen in Forschung und Technik: Bewegung von Ladungsträgern in Feldern (8 Ustd.)	<p>beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</p> <p>beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),</p> <p>ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),</p> <p>schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern, (E5, UF2),</p> <p>erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</p> <p>erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p>	<p>Hallsonde, Halleffektgerät, diverse Spulen, deren Felder vermessen werden (insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen), Elektronenstrahlröhre visuelle Medien und Computersimulationen (ggf. RCLs) zum Massenspektrometer, Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern</p>	<p>Das Problem der Messung der Stärke des magnetischen Feldes der Helmholtzspulen (e/m – Bestimmung) wird wieder aufgegriffen,</p> <p>Vorstellung des Aufbaus einer Hallsonde und Erarbeitung der Funktionsweise einer Hallsonde, Veranschaulichung mit dem Halleffektgerät (Silber), Kalibrierung einer Hallsonde, Messungen mit der Hallsonde, u. a. nachträgliche Vermessung des Helmholtzspulenfeldes, Bestimmung der magnetischen Feldkonstante, Arbeits- und Funktionsweisen sowie die Verwendungszwecke diverser Elektronenröhren, Teilchenbeschleuniger und eines Massenspektrometers werden untersucht.</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),</p>		

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Moderne messtechnische Verfahren sowie Hilfsmittel zur Mathematisierung:</p> <p>Auf- und Entladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Feldes (7 Ustd.)</p>	<p>erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2),</p> <p>beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),</p>	<p>diverse Kondensatoren (als Ladungs-/ Energiespeicher),</p> <p>Aufbaukondensatoren mit der Möglichkeit die Plattenfläche und den Plattenabstand zu variieren,</p> <p>statische Voltmeter bzw. Elektromessverstärker,</p> <p>Schülerversuche zur Auf- und Entladung von Kondensatoren sowohl mit großen Kapazitäten (Messungen mit Multimeter) als auch mit kleineren Kapazitäten (Messungen mit Hilfe von Messwert-erfassungssystemen),</p> <p>Computer oder GTR/CAS-Rechner zur Messwertverarbeitung</p>	<p>Kondensatoren werden als Ladungs-/ Energiespeicher vorgestellt (z.B. bei elektronischen Geräten wie Computern).</p> <p>Die (Speicher-) Kapazität wird definiert und der Zusammenhang zwischen Kapazität, Plattenabstand und Plattenfläche für den Plattenkondensator (deduktiv mit Hilfe der Grundgleichung des elektrischen Feldes) ermittelt.</p> <p>Plausibilitätsbetrachtung zur Grundgleichung des elektrischen Feldes im Feldlinienmodell,</p> <p>Ermittlung der elektrischen Feldkonstante (evtl. Messung),</p> <p>Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren werden messtechnisch erfasst, computerbasiert ausgewertet und mithilfe von Differentialgleichungen beschrieben.</p> <p>deduktive Herleitung der im elektrischen Feld eines Kondensators gespeicherten elektrischen Energie</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p>		
15 Ustd.	Summe		

Kontext: Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie (15 Ustd.)

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie:</p> <p>Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Energie des magnetischen Feldes</p> <p>(15 Ustd.)</p>	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),</p> <p>führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3),</p> <p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),</p>	<p>Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,</p> <p>Bewegung eines Leiters im Magnetfeld - Leiterschaukel,</p> <p>einfaches elektrodynamisches Mikrofon,</p> <p>Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</p> <p>quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B, registrierende Messung von $B(t)$ und $U_{\text{ind}}(t)$,</p> <p>„Aufbau-“ Transformatoren zur Spannungswandlung</p>	<p>Leiterschaukelversuch evtl. auch im Hinblick auf die Registrierung einer gedämpften mechanischen Schwingung auswertbar,</p> <p>Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren werden nur qualitativ behandelt.</p> <p>Das Induktionsgesetz in seiner allgemeinen Form wird erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Flächenänderung (deduktive Herleitung) 2. Änderung der Feldgröße B (quantitatives Experiment) <p>Drehung einer Leiterschleife (qualitative Betrachtung)</p> <p>Der magnetische Fluss wird definiert, das Induktionsgesetz als Zusammenfassung und Verallgemeinerung der Ergebnisse formuliert.</p> <p>qualitative Deutung des Versuchsergebnisses zur Selbstinduktion</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p> <p>ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2),</p> <p>bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6),</p> <p>begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),</p>	<p>Modellversuch zu einer „Überlandleitung“ (aus CrNi-Draht) mit zwei „Trafo-Stationen“, zur Untersuchung der Energieverluste bei unterschiedlich hohen Spannungen,</p> <p>Versuch (qualitativ und quantitativ) zur Demonstration der Selbstinduktion (registrierende Messung und Vergleich der Ein- und Ausschaltströme in parallelen Stromkreisen mit rein ohmscher bzw. mit induktiver Last),</p> <p>Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen,</p> <p>diverse „Ringversuche“</p>	<p>Deduktive Herleitung des Terms für die Selbstinduktionsspannung einer langen Spule (ausgehend vom Induktionsgesetz), Interpretation des Vorzeichens mit Hilfe der Lenz'schen Regel</p> <p>Definition der Induktivität,</p> <p>messtechnische Erfassung und computerbasierte Auswertung von Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen</p> <p>deduktive Herleitung der im magnetischen Feld einer Spule gespeicherten magnetischen Energie</p>
15 Ustd.	Summe		

Kontext: *Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung (18 Ustd.)*

Leitfrage: Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik:</p> <p>Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis (8 Ustd.)</p>	<p>erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),</p> <p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),</p> <p>beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),</p>	<p>MW-Radio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung mit der Möglichkeit, die modulierte Trägerschwingung (z.B. oszilloskopisch) zu registrieren,</p> <p>einfache Resonanzversuche (auch aus der Mechanik / Akustik),</p>	<p>Zur Einbindung der Inhalte in den Kontext wird zunächst ein Mittelwellenradio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung vorgestellt.</p> <p>Der Schwingkreis als zentrale Funktionseinheit des MW-Radios: Es kann leicht gezeigt werden, dass durch Veränderung von L bzw. C der Schwingkreis so „abgestimmt“ werden kann, dass (z.B. oszilloskopisch) eine modulierte Trägerschwingung registriert werden kann, also der Schwingkreis „von außen“ angeregt wird.</p> <p>Die Analogie zu mechanischen Resonanzversuchen wird aufgezeigt.</p>
	<p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p>	<p>RLC - Serienschwingkreis insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren,</p> <p>ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter elektromagnetischer Schwingungen</p>	<p>Die zentrale Funktionseinheit „Schwingkreis“ wird genauer untersucht.</p> <p>Spannungen und Ströme im RCL – Kreis werden zeitaufgelöst registriert, die Diagramme sind Grundlage für die qualitative Beschreibung der Vorgänge in Spule und Kondensator.</p> <p>Quantitativ wird nur die ungedämpfte Schwingung beschrieben (inkl. der Herleitung der Thomsonformel).</p>

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2).</p>		<p>Die Möglichkeiten zur mathematischen Beschreibung gedämpfter Schwingungen sowie Möglichkeiten der Entdämpfung / Rückkopplung können kurz und rein qualitativ angesprochen werden.</p>
<p>Materiefreie Übertragung von Information und Energie:</p> <p>Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen,</p> <p>Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen,</p> <p>(10 Ustd.)</p>	<p>beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),</p> <p>erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),</p> <p>beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),</p> <p>erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).</p> <p>ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</p> <p>beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).</p> <p>erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),</p>	<p>L-C-Kreis, der sich mit einem magnetischen Wechselfeld über eine „Antenne“ zu Schwingungen anregen lässt,</p> <p>dm-Wellen-Sender mit Zubehör (Empfängerdipol, Feldindikatorlampe),</p> <p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der zeitlichen Änderung der E- und B-Felder beim Hertz'schen Dipol, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Ringentladungsröhre (zur Vertiefung der elektromagnetischen Induktion),</p> <p>visuelle Medien zur magneto-elektrischen Induktion,</p> <p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Versuche mit dem dm-Wellen-Sender (s.o.),</p>	<p>Erinnerung an die Anregung des MW-Radio-Schwingkreises durch „Radiowellen“ zur Motivation der Erforschung sogenannter elektromagnetischer Wellen,</p> <p>Das Phänomen der elektromagnetische Welle, ihre Erzeugung und Ausbreitung werden erarbeitet.</p> <p>Übergang vom Schwingkreis zum Hertz'schen Dipol durch Verkleinerung von L und C,</p> <p>Überlegungen zum „Ausbreitungsmechanismus“ elektromagnetischer Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion findet auch ohne Leiter („Induktionsschleife“) statt! • (Z.B.) Versuch zur Demonstration des Magnetfeldes um stromdurchflossene Leiter, über die ein Kondensator aufgeladen wird. • Auch im Bereich zwischen den Kondensatorplatten existiert ein magnetisches Wirbelfeld.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).</p>	<p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer linearen (harmonischen) Welle, auch Wellenmaschine zur Erinnerung an mechanische Wellen, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Wellenwanne</p> <p>Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</p> <p>Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) – sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)</p>	<p>Beugungs-, Brechungs- und Interferenzerscheinungen zum Nachweis des Wellencharakters elektromagnetischer Wellen,</p>
18 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: *Quantenphysik (LK)*

Kontext: Erforschung des *Photons* (9 Ustd.)

Leitfrage: Besteht Licht doch aus Teilchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Lichtelektrischer Effekt (1 Ustd.)	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6) legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7),	Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch geschmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampf-Lampe (ohne und mit UV-absorbierender Glas-scheibe)	Qualitative Demonstration des Photoeffekts

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Teilcheneigenschaften von Photonen Planck'sches Wirkungsquantum (8 Ustd.)</p>	<p>erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),</p> <p>erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),</p> <p>diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7),</p> <p>beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</p> <p>ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),</p>	<p>1. Versuch zur h-Bestimmung: Gegenspannungsmethode (Hg-Linien mit Cs-Diode)</p> <p>2. Versuch zur h-Bestimmung: Mit Simulationsprogramm (in häuslicher Arbeit)</p>	<p>Spannungsbestimmung mithilfe Kondensatoraufladung erwähnen</p> <p>Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, kann an dieser Stelle auch der Compton-Effekt behandelt werden:</p> <p>Bedeutung der Anwendbarkeit der (mechanischen) Stoßgesetze hinsichtlich der Zuordnung eines Impulses für Photonen</p> <p>Keine detaillierte (vollständig relativistische) Rechnung im Unterricht notwendig, Rechnung ggf. als Referat vorstellen lassen</p>
9 Ustd.	Summe		

Kontext: Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons (7 Ustd.)

Leitfrage: Was ist Röntgenstrahlung?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Röntgenröhre Röntgenspektrum (2 Ustd.)	beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),	Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung Sollte keine Röntgenröhre zur Verfügung stehen, kann mit einem interaktiven Bildschirmexperiment (IBE) gearbeitet werden (z.B. http://www.mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/quantenphysik/sv/roentgen.php oder http://www.uni-due.de/physik/ap/iabe/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html)	Die Behandlung der Röntgenstrahlung erscheint an dieser Stelle als „Einschub“ in die Reihe zur Quantenphysik sinnvoll, obwohl sie auch zu anderen Sachbereichen Querverbindungen hat und dort durchgeführt werden könnte (z.B. „Physik der Atomhülle“) Zu diesem Zeitpunkt müssen kurze Sachinformationen zum Aufbau der Atomhülle und den Energiezuständen der Hüllelektronen gegeben (recherchiert) werden. Das IBE sollte für die häusliche Arbeit genutzt werden.
Bragg'sche Reflexionsbedingung (1 Ustd.)	erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6),	Aufnahme eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)	Die Bragg'sche Reflexionsbedingung basiert auf Welleninterpretation, die Registrierung der Röntgenstrahlung mithilfe des Detektors hat den Teilchenaspekt im Vordergrund
Planck'sches Wirkungsquantum (1 Ustd.)	deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),		Eine zweite Bestimmungsmethode für das Planck'sche Wirkungsquantum

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode Strukturanalyse nach Debye-Scherrer (1 Ustd.)			Schülerreferate mit Präsentationen zur Debye-Scherrer-Methode
Röntgenröhre in Medizin und Technik (2 Ustd.)	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),	Film / Video / Foto Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)	Schülerreferate mit Präsentationen anhand Literatur- und Internetrecherchen Ggf. Exkursion zum Röntgenmuseum in Lennep Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses (die aber auch in Rahmen der Kernphysik (s. dort: „Biologische Wirkung ionisierender Strahlung“) durchgeführt werden kann)
7 Ustd.	Summe		

Kontext: *Erforschung des Elektrons (7 Ustd.)*

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Wellencharakter von Elektronen (2 Ustd.)	interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),	Qualitative Demonstrationen mit der Elektronenbeugungsröhre Qualitative Demonstrationen mit Hilfe RCL (Uni Kaiserslautern: http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/)	Hinweise auf erlaubte nichtrelativistische Betrachtung (bei der verwendeten Elektronenbeugungsröhre der Schule)
Streuung und Beugung von Elektronen De Broglie-Hypothese (5 Ustd.)	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),	Quantitative Messung mit der Elektronenbeugungsröhre	Herausstellen der Bedeutung der Bragg'schen Reflexionsbedingung für (Röntgen-) Photonen wie für Elektronen mit Blick auf den Wellenaspekt von Quantenobjekten Dabei Betonung der herausragenden Bedeutung der de Broglie-Gleichung für die quantitative Beschreibung der (lichtschnellen und nicht lichtschneller) Quantenobjekte
7 Ustd.	Summe		

Kontext: Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie (7 Ustd.)

Leitfrage: Was ist anders im Mikrokosmos?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
linearer Potentialtopf Energiewerte im linearen Potentialtopf (3 Ustd.)	deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).		Auf die Anwendbarkeit des Potentialtopf-Modells bei Farbstoffmolekülen wird hingewiesen. Die Anwendbarkeit des (mechanischen) Modells der stehenden Welle kann insofern bestätigt werden, als dass die für die stehenden Wellen sich ergebende DGI mit derjenigen der (zeitunabhängigen) Schrödinger-DGI strukturell übereinstimmt. Ein Ausblick auf die Schrödinger-Gleichung genügt.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit (2 Ustd.)	<p>erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</p> <p>erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).</p> <p>erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),</p> <p>diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7),</p> <p>stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),</p>	Demonstration des Durchgangs eines einzelnen Quantenobjekts durch einen Doppelspalt mithilfe eines Simulationsprogramms und mithilfe von Videos	
Heisenberg'sche Unschärferelation (2 Ustd.)	<p>erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),</p> <p>bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).</p>		Die Heisenberg'sche Unschärferelation kann (aus fachlicher Sicht) plausibel gemacht werden aufgrund des sich aus der Interferenzbedingung ergebenden Querimpulses eines Quantenobjekts, wenn dieses einen Spalt passiert.
7 Ustd.	Summe		

Inhaltsfeld: *Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)*

Kontext: *Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht (8 Ustd.)*

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Inhalt (Ustd. à 76,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Atomaufbau: Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),	Recherche in Literatur und Internet Rutherford'scher Streuversuch	Diverse Atommodelle (Antike bis Anfang 20. Jhd.) Per Arbeitsblatt oder Applet (z.B.. http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/rutherford.html)
Energiequantelung der Hüllelektronen (2 Ustd.)	erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),	Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch	Linienspektren deuten auf diskrete Energien hin
Linienspektren (2 Ustd.)	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).	Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung), Linienspektren von H	Demonstrationsversuch, Arbeitsblatt
Bohr'sche Postulate (2 Ustd.)	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),	Literatur, Arbeitsblatt	Berechnung der Energieniveaus, Bohr'scher Radius
8 Ustd.	Summe		

Kontext: Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie) (10 Ustd.)

Leitfrage: Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?

Inhaltliche Schwerpunkte: Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Ionisierende Strahlung: Detektoren (2 Ustd.)	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),	Geiger-Müller-Zählrohr, Arbeitsblatt Nebelkammer	Ggf. Schülermessungen mit Zählrohren (Alltagsgegenstände, Nulleffekt) Demonstration der Nebelkammer, ggf. Schülerbausatz Material zu Halbleiterdetektoren
Strahlungsarten (4 Ustd.)	erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3), erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1), benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6), erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),	Absorption von α -, β -, γ -Strahlung Ablenkung von β -Strahlen im Magnetfeld Literatur (zur Röntgen-, Neutronen- und Schwerionenstrahlung)	Computersimulationen

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Dosimetrie (2 Ustd.)	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),	Video zur Dosimetrie Auswertung von Berichten über Unfälle im kerntechnischen Bereich	
Bildgebende Verfahren (2 Ustd.)	stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4), beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),	Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen) Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses	Nutzung von Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle bei technischen Anlagen
10 Ustd.	Summe		

Kontext: (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen (8 Ustd.)

Leitfrage: Wie funktioniert die ^{14}C -Methode?

Inhaltliche Schwerpunkte: Radioaktiver Zerfall

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Radioaktiver Zerfall: Kernkräfte (1 Ustd.)	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),	Ausschnitt aus Nuklidkarte	Aufbauend auf Physik- und Chemieunterricht der S I

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Zerfallsprozesse (6 Ustd.)	identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),	Elektronische Nuklidkarte	Umgang mit einer Nuklidkarte
	entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5), nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3), leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),	Radon-Messung im Schulkeller (Zentralabitur 2008) Tabellenkalkulation Ggf. CAS	Siehe http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html Ggf. Auswertung mit Tabellenkalkulation durch Schüler Linearisierung, Quotientenmethode, Halbwertszeitabschätzung, ggf. logarithmische Auftragung Ansatz analog zur quantitativen Beschreibung von Kondensatorentladungen
Altersbestimmung (1 Ustd.)	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),	Arbeitsblatt	Ggf. Uran-Blei-Datierung
8 Ustd.	Summe		

Kontext: **Energiegewinnung durch nukleare Prozesse (7 Ustd.)**

Leitfrage: Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Kernspaltung und Kernfusion: Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie (1 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),	Video zu Kernwaffenexplosion	Z.B. YouTube
Kettenreaktion (1 Ustd.)	erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6), beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),	Mausefallenmodell, Video, Applet	Videos zum Mausefallenmodell sind im Netz (z.B. bei YouTube) verfügbar
Kernspaltung, Kernfusion (5 Ustd.)	beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4), hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).	Diagramm B/A gegen A , Tabellenwerk, ggf. Applet Recherche in Literatur und Internet Schülerdiskussion, ggf. Fish Bowl, Amerikanische Debatte, Pro-Kontra-Diskussion	Z.B. http://www.leifiphysik.de Siehe http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
7 Ustd.	Summe		

Kontext: *Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen (8 Ustd.)*

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kernbausteine und Elementarteilchen (3 Ustd.)	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),	Existenz von Quarks (Video) Internet (CERN / DESY)	Da in der Schule kaum Experimente zum Thema „Elementarteilchenphysik“ vorhanden sind, sollen besonders Rechercheaufgaben und Präsentationen im Unterricht genutzt werden. Internet: http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/ Ggf. Schülerreferate
Kernkräfte Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen (2 Ustd.)	vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6). erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).	Darstellung der Wechselwirkung mit Feynman-Graphen (anhand von Literatur)	Besonderer Hinweis auf andere Sichtweise der „Kraftübertragung“: Feldbegriff vs. Austauschteilchen Die Bedeutung der Gleichung $E=mc^2$ (den SuS bekannt aus Relativitätstheorie) in Verbindung mit der Heisenberg'schen Unschärferelation in der Form $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$ (den SuS bekannt aus Elementen der Quantenphysik) für die Möglichkeit des kurzzeitigen Entstehens von Austauschteilchen ist herauszustellen.

Inhalt (Ustd. à 67,5 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...) (3 Ustd.)	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),	Literatur und Recherche im Internet „CERN-Rap“: http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGI8	Hier muss fortlaufend berücksichtigt werden, welches der aktuelle Stand der Forschung in der Elementarteilchenphysik ist (derzeit: Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...) Der CERN-Rap gibt eine für Schülerinnen und Schüler motivierend dargestellte Übersicht über die aktuelle Forschung im Bereich der Elementarteilchenphysik
8 Ustd.	Summe		

Hinweis: In diesem Bereich sind i. d. R. keine bzw. nur in Ausnahmefällen Realexperimente für Schulen möglich. Es sollte daher insbesondere die Möglichkeit genutzt werden, auf geeignete Internetmaterialien zurück zu greifen. Nachfolgend sind einige geeignet erscheinende Internetquellen aufgelistet. Internet-Materialien (Letzter Aufruf Jan 2012):

- CERN-Film zum Standardmodell (sehr übersichtlich):
 - <http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/kurzvideos/film6.wmv>
 - Weiter Filme zum Standardmodell im netz verfügbar (z.B. bei YouTube)
- Einführung in Teilchenphysik (DESY):
 - <http://teilchenphysik.desy.de/>
 - <http://kworkquark.desy.de/1/index.html>
- Übungen und Erklärungen zu Ereignisidentifikation (umfangreiche CERN-Internetseite zum Analysieren von (Original-) Eventdisplays) am Computer:
 - <http://kjende.web.cern.ch/kjende/de/wpath.htm>
- Ausgezeichnete Unterrichtsmaterialien des CERN zur Teilchenphysik:
 - <http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/>
- Übungen zur Teilchenphysik in der Realität:
 - <http://physicsmasterclasses.org/neu/>

- <http://www.teilchenwelt.de/>
- Naturphänomene und Anregungen für den Physikunterricht:
- <http://www.solstice.de>
- ... und vieles mehr:
- <http://www.teilchenwelt.de/material/materialien-zur-teilchenphysik/>

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 14 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

- 1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind für die Lerngruppe geeignet gewählt.
- 5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- 7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- 9.) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 16.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 19.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 20.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 21.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 22.) Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.

-
- 23.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
 - 24.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
 - 25.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
 - 26.) Im Physikunterricht wird ein GTR. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Sekundarstufe I

Grundlage der Leistungsbewertung in der Sekundarstufe I im Fach Physik stellen die Paragraphen § 48 (1) (2) des Schulgesetzes sowie § 6 (1) (2) der APO – SI dar. Die Kompetenzerwartungen und die Kriterien der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern zu Beginn eines jeden Schuljahres bekannt gegeben. Zusätzlich zu den Elternsprechtagen erfolgt mindestens einmal pro Halbjahr eine Rückmeldung an die Schülerinnen und Schüler über den erreichten Leistungsstand ggf. verbunden mit individuellen Hinweisen für das Weiterlernen (z.B. Erfolg versprechende individuelle Lernstrategien etc.). Im Einzelnen gelten für den Fachbereich Physik in Absprache mit den Fachbereichen Chemie und Biologie am Kardinal-von-Galen-Gymnasium folgende Regelungen:

A Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

I. Gliederung der Unterrichtsbeiträge (Beobachtungsbereiche)

1. Mitarbeit im Unterricht (Beiträge zum Unterrichtsgespräch, auch auf der Basis von Hausaufgaben, Beiträge in Phasen individueller Arbeit, Beiträge in Gruppenprozessen)
2. Produkte (Heft, Referate, Portfolio, Dokumentationen, Plakate, Modelle)
3. Verhalten beim Experimentieren (Planung, Durchführung und Auswertung von Schüler-experimenten einschließlich der Versuchsprotokolle)
4. Schriftliche Überprüfungen (1, max. 2 pro Halbjahr)

II. Gewichtung der verschiedenen Beobachtungsbereiche

- 50-60% für Mitarbeit im Unterricht (1.)
- 30-40% für Produkte und experimentelles Arbeiten (2. und 3.)
- 10% für schriftliche Überprüfungen (4.)

III. Kriterien der Leistungsbewertung

Die Beobachtungen umfassen **Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge**, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Dabei ist sowohl die inhaltliche Dimension, also das **Fachwissen**, als auch die Handlungsdimension, die sich auf **naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen** bezieht, zu berücksichtigen. Alle im Lehrplan ausgewiesenen Bereiche der prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen sind bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Den **prozessbezogenen Kompetenzen Erkenntnisgewinnung (E), Kommunikation (K) und Bewertung (B)** kommt dabei der gleiche Stellenwert zu wie den **konzeptbezogenen Kompetenzen**, die das **Fachwissen** festlegen und sich auf die drei **Basiskonzepte System, Struktur und Funktion und Entwicklung** beziehen. Bei der Leistungsbewertung ist die **individuelle Lernentwicklung** des Schülers / der Schülerin ebenfalls angemessen zu berücksichtigen.

Den Schülerinnen und Schülern muss im Unterricht durch die Auseinandersetzung mit verschiedenartigen Aufgabenstellungen und Aufgabentypen hinreichend Gelegenheit gegeben werden die erwarteten Kompetenzen in den angestrebten Ausprägungsgraden zu erreichen sowie die bereits in vergangenen Jahren erworbenen Kompetenzen wiederholt anzuwenden.

Die Fachkonferenz Physik legt für die verschiedenen Beobachtungsbereiche folgende Kriterien fest:

1. Beiträge zum Unterrichtsgespräch

- Sachliche, begriffliche und fachsprachliche Korrektheit
- Ziel- und Ergebnisorientierung
- Kreativität im Hinblick auf den Problemlöseprozess
- Fundiertheit des Beitrags, Breite der Argumentationsbasis
- Einhaltung von Gesprächsregeln

2. Beiträge in Phasen individueller Arbeit

- Einhalten von Absprachen und Regeln
- Zeitplanung und Arbeitsökonomie
- Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess
- Anspruchsniveau der gewählten Aufgaben
- Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung und Auswertung
- Grad der Selbständigkeit im Problemlöseprozess
- Qualität des Lösungsansatzes

3. Beiträge in Gruppenprozessen

- Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft
- Teamfähigkeit
- Impulse für die Bearbeitung der Aufgabenstellung
- Strukturierung des Arbeitsprozesses
- Lösung eigener Teilaufgaben
- Integration eigener Ergebnisse in den übergeordneten Zusammenhang

4. Verhalten beim Experimentieren

- Einhaltung der Vorgaben und Sicherheitsbestimmungen
- Genauigkeit und Sorgfalt bei der Durchführung
- Grad der Selbständigkeit in der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Vollständigkeit und sachliche Richtigkeit der Versuchsprotokolle

5. Produkte (Heft, Referate ...)

- Vollständigkeit und Übersichtlichkeit (Heftführung)
- Methodisches Vorgehen
- Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung
- Eingrenzung des Themas, sinnvolle Schwerpunktsetzung
- Informationsbeschaffung und Auswertung
- Schwierigkeit und Eigenständigkeit der Erstellung
- Funktional angemessener Medieneinsatz
- Ästhetik und Kreativität der Darstellung und Präsentation
- Sachliche Richtigkeit, Verständlichkeit und Adressatenbezug der Darstellung/Präsentation

6. Schriftliche Übungen

- Sachliche, begriffliche und fachsprachliche Korrektheit
- Vollständigkeit
- Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Darstellung

IV. Notendefinitionen

Die Tabelle gibt eine Übersicht über die Zuordnung der gezeigten Leistungen in den verschiedenen Beobachtungsbereichen zu den einzelnen Notenstufen. Die Zeugnisnote ergibt sich aus den Teilleistungen unter Berücksichtigung der Gewichtung sowie der individuellen Lernentwicklung.

	Beiträge zum Unterrichtsgespräch	Beiträge in Phasen individueller Arbeit	Beiträge in Gruppenprozessen	Verhalten beim Experimentieren	Produkte (Heft, Referate ...)	Schriftliche Übungen
Notenstufe	Die Schülerin / Der Schüler ...					
sehr gut	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge wesentlich am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Verfügt über sehr gute Sachkenntnisse und eine klare sprachliche Darstellung.</p> <p>Kann aufgrund der Hausaufgaben Kenntnisse immer so einbringen, dass sie in umfassende Zusammenhänge passen.</p>	<p>Leistet sehr produktive, eigenständige Beiträge von hoher fachlicher Qualität und stellt diese eindeutig und sehr sicher dar.</p> <p>Organisiert die Arbeit sehr selbständig und ökonomisch.</p>	<p>Leistet eigenständige gedankliche Beiträge, die die Arbeit innerhalb der Gruppe maßgeblich weiter bringen.</p> <p>Zeigt sich kommunikativ, kooperativ und einsatzbereit und beteiligt sich dadurch wesentlich an der Lösung der gestellten Aufgaben.</p>	<p>Zeigt immer korrektes Verhalten beim Einhalten der Sicherheitsvorschriften und Vorgaben.</p> <p>Experimentiert sehr selbständig, genau und sehr gewissenhaft.</p> <p>Erstellt sehr umfassende, sachlich korrekte und vollständige Versuchsprotokolle.</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die den Anforderungen im besonderen Maße entspricht.</p>	<p>Hat die gestellten Aufgaben umfassend gelöst und die Ergebnisse vollständig, übersichtlich und verständlich dargestellt.</p>
gut	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge regelmäßig am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Verfügt über gute Sachkenntnisse und eine weitgehend korrekte Fachsprache.</p> <p>Kann aufgrund der</p>	<p>Leistet erfolgreiche Beiträge und kann diese angemessen darstellen.</p> <p>Organisiert die Arbeit selbständig und ökonomisch.</p>	<p>Leistet gelungene Beiträge, die die Arbeit innerhalb der Gruppe weiter bringen.</p> <p>Beteiligt sich durch Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft gut an der Lösung der</p>	<p>Zeigt korrektes Verhalten beim Einhalten der Sicherheitsvorschriften und Vorgaben.</p> <p>Ist bei der Durchführung der Experimente genau.</p> <p>Erstellt sachlich kor-</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die den Anforderungen voll entspricht.</p>	<p>Hat die gestellten Aufgaben richtig gelöst und die Ergebnisse i.d.R. vollständig, übersichtlich und verständlich dargestellt.</p>

	Hausaufgaben wesentliche Beiträge zum Unterricht leisten.		gestellten Aufgaben.	rekte und vollständige Versuchsprotokolle.		
befriedigend	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Verfügt über grundlegende Sachkenntnisse und eine zufriedenstellende Fachsprache.</p> <p>Kann aufgrund der Hausaufgaben meistens etwas zum Unterricht beitragen.</p>	<p>Leistet im Allgemeinen geeignete Beiträge und kann diese meistens angemessen darstellen.</p> <p>Organisiert die Arbeit meistens selbständig und ökonomisch.</p>	<p>Leistet im Allgemeinen gelungene Beiträge, die die Arbeit innerhalb der Gruppe weiter bringen.</p> <p>Beteiligt sich durch Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft im Allgemeinen zufriedenstellend an der Lösung der gestellten Aufgaben.</p>	<p>Zeigt im Allgemeinen korrektes Verhalten beim Einhalten der Sicherheitsvorschriften und Vorgaben.</p> <p>Ist bei der Durchführung der Experimente im Allgemeinen genau.</p> <p>Erstellt im Allgemeinen sachlich korrekte und i.d.R. vollständige Versuchsprotokolle.</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die den Anforderungen im Allgemeinen entspricht.</p>	<p>Hat die gestellten Aufgaben im Allgemeinen gelöst und die Ergebnisse mit Einschränkungen vollständig, übersichtlich und verständlich dargestellt.</p>
ausreichend	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge wenig am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Beschränkt sich bei ihren/seinen Äußerungen auf die Reproduktion einfacher Fakten und Zusammenhänge.</p> <p>Zeigt Unsicherheiten in der Verwendung der Fachsprache.</p> <p>Kann aufgrund der Hausaufgaben gelegentlich etwas zum Unterricht beitragen.</p>	<p>Leistet wenige Beiträge und hat Schwierigkeiten bei deren Darstellung.</p> <p>Zeigt z.T. Schwächen in der Organisation der individuellen Arbeit bezüglich der Selbständigkeit und der Ökonomie.</p>	<p>Leistet wenig gelungene Beiträge, die die Arbeit innerhalb der Gruppe weiter bringen.</p> <p>Zeigt kaum Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich wenig an der Lösung der gestellten Aufgaben.</p>	<p>Zeigt in Teilbereichen Mängel beim Einhalten der Vorgaben.</p> <p>Ist bei der Durchführung der Experimente häufig ungenau.</p> <p>Erstellt Versuchsprotokolle, die z.T. sachliche Fehler aufweisen und/oder unvollständig sind.</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die zwar Mängel aufweist, aber den Anforderungen im Ganzen noch entspricht.</p>	<p>Zeigt richtige Lösungsansätze, aber die Darstellung der Ergebnisse weist Mängel bezogen auf Vollständigkeit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit auf.</p>

mangelhaft	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge nicht am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Zeigt Mängel in den Grundlagenkenntnissen und in der Verwendung der Fachsprache.</p> <p>Kann aufgrund der Hausaufgaben kaum etwas zum Unterricht beitragen.</p>	<p>Leistet mit Mängeln behaftete Beiträge.</p> <p>Dokumentiert Defizite in der Darstellung der Beiträge.</p> <p>Kann die individuelle Arbeit nur unzureichend organisieren und arbeitet unselbständig.</p>	<p>Leistet kaum Beiträge innerhalb der Gruppe.</p> <p>Zeigt Schwächen im Bereich der Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich nicht an der Lösung der gestellten Aufgaben.</p>	<p>Zeigt erhebliche Mängel beim Einhalten der Vorgaben.</p> <p>Experimentiert ungenau.</p> <p>Erstellt Versuchsprotokolle, die deutliche Mängel aufweisen.</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht, aber z.T. Grundkenntnisse erkennen lässt.</p>	<p>Zeigt bei der Lösung der Aufgaben deutliche Defizite.</p> <p>Stellt die Ergebnisse nur unvollständig und z.T. unverständlich dar.</p>
ungenügend	<p>Ist durch ihre/seine Beiträge nicht am Unterrichtsfortschritt beteiligt.</p> <p>Zeigt gravierende Mängel in den Grundlagenkenntnissen und in der Verwendung der Fachsprache.</p> <p>Kann aufgrund der fehlenden Hausaufgaben nichts zum Unterricht beitragen.</p>	<p>Leistet keine Beiträge.</p> <p>Kann das individuelle Arbeiten gar nicht organisieren und arbeitet nicht.</p>	<p>Leistet keine Beiträge innerhalb der Gruppe.</p> <p>Zeigt keine Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich nicht an der Lösung der gestellten Aufgaben.</p>	<p>Ist beim Einhalten der Vorgaben nicht korrekt.</p> <p>Experimentiert sehr ungenau.</p> <p>Erstellt keine Versuchsprotokolle bzw. die Versuchsprotokolle weisen schwerwiegende sachliche Fehler auf.</p>	<p>Zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die genannten Kriterien eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht und Grundkenntnisse nicht erkennen lässt.</p>	<p>Hat die Aufgaben nicht gelöst.</p> <p>Lösungsansätze sind nicht erkennbar.</p>

f

Sekundarstufe II

Grundlage der Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II im Fach Physik stellen die Paragraphen §§ 13 bis 17 der APO-GOST sowie die Paragraphen §§ 21 bis 23 der ASchO dar. In der Oberstufe fördert das Fach Physik den Bildungsprozess der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Bereich, wobei sie in ihrer personalen, sozialen und fachlichen Dimension angesprochen sind. Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern zu Beginn der Einführungsphase sowie erneut zu eines jeden Schuljahres in der Qualifikationsphase bekannt gegeben. Mindestens einmal pro Halbjahr erfolgt eine Rückmeldung über den erreichten Leistungsstand ggf. verbunden mit individuellen Hinweisen für das Weiterlernen (z.B. Erfolg versprechende individuelle Lernstrategien etc.).

Leistungsbewertung ist ein **kontinuierlicher Prozess** und bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Bewertet werden der **Umfang der Kenntnisse**, die **methodische Selbstständigkeit** in ihrer Anwendung sowie die **sachgemäße schriftliche und mündliche Darstellung**. Bei der schriftlichen und mündlichen Darstellung ist auf sachliche und sprachliche Richtigkeit, auf fachsprachliche Korrektheit, auf gedankliche Klarheit und auf eine angemessene Ausdrucksweise zu achten.

Im Einzelnen gelten für den Fachbereich Physik in Absprache mit den Fachbereichen Chemie und Biologie am Kardinal-von-Galen-Gymnasium folgende Regelungen:

A Beurteilungsbereich Klausuren

- Die Fachkonferenz Physik legt fest, dass die Schülerinnen und Schüler in der **Einführungsphase** im Fach Physik – wie in den beiden anderen Naturwissenschaften auch - zwei Klausuren in jedem Halbjahr schreiben. Dies erscheint sinnvoll, um ihnen genügend Möglichkeiten zum Üben und Anfertigen schriftlicher Arbeiten zu ermöglichen.
- In der Q 1 sowie der Q 2 sind die obligatorischen Klausuren (zwei je Kurshalbjahr) so zu setzen, dass sie die Überprüfung der Lernergebnisse eines Quartals (Kursabschnittes) ermöglichen. Die Themenabfolge in den Kurshalbjahren legt die Fachkonferenz gesondert fest.

-
- Die Klausuren im Fach Physik dienen der Vorbereitung auf das Abitur. Mindestens **eine Klausur** (i.d.R. die Abiturvorklausur im zweiten Halbjahr von Q2) muss **unter Abiturbedingungen** gehalten sein.
 - Die Aufgabenstellung der Klausuren entspricht in ihrer Komplexität und ihrem Umfang den Ansprüchen der Sekundarstufe II. Alle Anforderungsbereiche werden entsprechend den Vorgaben angemessen berücksichtigt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten **durch einen aussagekräftigen Erwartungshorizont eine Rückmeldung** über die erwarteten und die von ihnen erbrachten Leistungen.
 - Die Bewertung der Leistungen richtet sich nach den gestellten Anforderungen und nach der Art der Bearbeitung. Die Art der Bearbeitung lässt sich nach **Qualität, Quantität** und **Darstellungsvermögen** beschreiben.

Merkmale der **Qualität** sind:

- Erfassen der Aufgabe und ihre zeitökonomische Bewältigung
- Genauigkeit der Kenntnisse und Einsichten
- Sicherheit in der Beherrschung der Methoden und der Fachsprache
- Stimmigkeit und Differenziertheit der Aussage
- Herausarbeitung des Wesentlichen
- Anspruchsniveau der Problemerkennung

Merkmale der **Quantität** sind:

- Umfang der Kenntnisse und Einsichten
- Breite der Argumentationsbasis
- Vielfalt der Aspekte und Bezüge

Das **Darstellungsvermögen** zeigt sich in:

- Klarheit und Eindeutigkeit der Aussage
- Schlüssigkeit der Argumentation
- Angemessenheit der Darstellung
- Übersichtlichkeit der Gliederung und inhaltliche Ordnung

- Die Klausuren eröffnen im Laufe der Qualifikationsphase eine Annäherung an die Abiturklausuren. Sie sollen kumulatives und konstruktives Lernen berücksichtigen.
- Zur **Facharbeit**: Hier können Schülerinnen und Schüler fachspezifische Aspekte bearbeiten, die in Bezug auf Übersichtlichkeit, Gliederung, Gedankenführung, Gewichtung von Einzelaspekten, Eigenständigkeit, Materialsammlung, Experimentalaufbau, Protokolltechnik, Quellenanalyse, kritischen Umgang mit der Sekundärliteratur, sprachliche und formale Korrektheit sowie spürbaren Einsatz und Interesse der Schülerinnen hin adäquat bewertet werden.
- Zuordnung von Notenpunkten in der Sekundarstufe II (angegeben ist die Prozentzahl, ab der eine entsprechende Notenpunktzahl erreicht ist):

0	1	2	3	4	5	6	7
0%	20%	27%	33%	40%	45%	50%	55%

8	9	10	11	12	13	14	15
60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%

B Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

- Dem Beurteilungsbereich sonstige Mitarbeit kommt der gleiche Stellenwert zu wie dem Beurteilungsbereich Klausuren. Die Notenbildung erfolgt unabhängig von den Klausuren.
- Hausaufgaben werden im Rahmen der sonstigen Mitarbeit bewertet.
- Die Mitteilung des Notenstandes sollte eine Kontinuität zeigen. Zwischenstände sind auf Wunsch den Schülerinnen und Schülern mitzuteilen. Einmal im Quartal erfolgt eine detaillierte Mitteilung über das Notenbild, die auf Wunsch auch erläutert wird.
- Bei der Bewertung finden alle Leistungen im Unterricht (mit Ausnahme der Klausuren und der Facharbeit) Berücksichtigung. (s.u. Gliederung der Unterrichtsbeiträge)

I. Gliederung der Unterrichtsbeiträge (Beobachtungsbereiche)

1. Mitarbeit im Unterricht (Beiträge zum Unterrichtsgespräch, Vortrag der Hausaufgaben, Beiträge in Phasen individueller Arbeit, Beiträge in Gruppenprozessen)
2. Produkte (Referate, Portfolio, Dokumentationen, Plakate, Modelle)
3. Verhalten beim Experimentieren (Planung, Durchführung und Auswertung von Schülerexperimenten einschließlich der Versuchsprotokolle)

II. Gewichtung der verschiedenen Beobachtungsbereiche

60-70% für Mitarbeit im Unterricht (1.)

30-40% für Produkte und experimentelles Arbeiten (2. und 3.)

III. Kriterien der Leistungsbewertung

Die Beobachtungen umfassen **Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge**, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Dabei sind neben dem Erwerb von **Fachwissen** auch der **Prozess der Erkenntnisgewinnung** sowie die **sozialen und kommunikativen Kompetenzen** zu erfassen.

Den Schülerinnen und Schülern muss im Unterricht durch die Auseinandersetzung mit verschiedenartigen Aufgabenstellungen und Aufgabentypen hinreichend Gelegenheit gegeben werden die geforderten Leistungen in den angestrebten Ausprägungsgraden zu erreichen sowie die bereits in vergangenen Jahren erworbenen Kompetenzen wiederholt anzuwenden.

Die Fachkonferenz Chemie legt für die verschiedenen Beobachtungsbereiche folgende Kriterien (s. auch Sek. I) fest:

1. Beiträge zum Unterrichtsgespräch

- Sachliche, begriffliche und fachsprachliche Korrektheit
- Ziel- und Ergebnisorientierung
- Kreativität im Hinblick auf den Problemlöseprozess
- Fundiertheit des Beitrags, Breite der Argumentationsbasis
- Einhaltung von Gesprächsregeln

2. Beiträge in Phasen individueller Arbeit

- Einhalten von Absprachen und Regeln

- Zeitplanung und Arbeitsökonomie
- Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess
- Anspruchsniveau der gewählten Aufgaben
- Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung und Auswertung
- Grad der Selbständigkeit im Problemlöseprozess
- Qualität des Lösungsansatzes

3. Beiträge in Gruppenprozessen

- Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft
- Teamfähigkeit
- Impulse für die Bearbeitung der Aufgabenstellung
- Strukturierung des Arbeitsprozesses
- Lösung eigener Teilaufgaben
- Integration eigener Ergebnisse in den übergeordneten Zusammenhang

4. Verhalten beim Experimentieren

- Einhaltung der Vorgaben und Sicherheitsbestimmungen
- Genauigkeit und Sorgfalt bei der Durchführung
- Grad der Selbständigkeit in der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Vollständigkeit und sachliche Richtigkeit der Versuchsprotokolle

5. Produkte (Referate ...)

- Vollständigkeit und Übersichtlichkeit
- Methodisches Vorgehen
- Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung
- Eingrenzung des Themas, sinnvolle Schwerpunktsetzung
- Informationsbeschaffung und Auswertung
- Schwierigkeit und Eigenständigkeit der Erstellung
- Funktional angemessener Medieneinsatz
- Ästhetik und Kreativität der Darstellung und Präsentation

-
- Sachliche Richtigkeit, Verständlichkeit und Adressatenbezug der Darstellung/Präsentation

IV. Notendefinitionen

Die Zuordnung der gezeigten Leistungen im Bereich der sonstigen Mitarbeit zu den Notenstufen kann der bereits unter entsprechendem Unterpunkt für die Sekundarstufe I angegebenen Tabelle entnommen werden. Der Bereich schriftliche Übung entfällt ebenso wie die Bewertung des Heftes.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht der Sekundarstufe I werden

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II werden zur Zeit im wesentlichen folgende Lehrbücher verwendet:

EF: Dorn/Bader Physik – Einführungsphase

Q1/Q2 GK: Dorn/Bader Physik – Qualifikationsphase

Q1/Q2 LK: Dorn/Bader Physik – Sek II

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Zu ihrer Unterstützung können sie dazu erhalten sie weiterführende Materialien, die digital auf der **Lernplattform www.schulbistum.de** für die Lerngruppe hinterlegt sind.

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Physik hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert darauf gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

Exkursionen

In der gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Schulleitung/Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

EF 2: Besuch eines Planetariums

Q1.1: Besuch eines Schülerlabors

Q1.2: Besuch eines Industrieunternehmens

Q2.1: Besuch einer Physikveranstaltung einer Universität am Tag der offenen Tür

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Physik bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.