



HILDEGARDIS  
SCHULE  
HAGEN

# Lehrplan und Kriterien zur Leistungsbewertung

für das Fach

# Physik



Erzbistum  
Paderborn

April 2017

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>3</b>
<b>2. Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>7</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	
Sekundarstufe I (6, 8, 9)	
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	
2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	
Sekundarstufe II	<b>32</b>
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	
- 10/E Grundkurs	
- 11 u. 12/Q - Grundkurs	
- 11 u. 12/Q - Leistungskurs	
2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	<b>43</b>
- 10/E Grundkurs	
- 11 u. 12/Q - Grundkurs	
- 11 u. 12/Q - Leistungskurs	
2.2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	<b>104</b>
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	<b>107</b>
- Leistungsbewertung S I (Unter- und Mittelstufe)	
- Leistungsbewertung S II (Oberstufe):	
2.4 Lehr- und Lernmittel	<b>110</b>
<b>3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>111</b>
<b>4. Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>111</b>
<b>5. Übersicht über regelmäßige Beiträge zur Qualitätssicherung</b>	<b>112</b>

## **1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit**

Die Hildegardis-Schule ist eines von sieben Gymnasien in Hagen und befindet sich in der Trägerschaft des Erzbistums Paderborn.

Traditionell hat die Hildegardis-Schule einen großen Mädchenanteil von um die 60%.

Aufgrund des Mitte März 2016 von der Schulkonferenz beschlossenen neuen Rasters findet Physik nun jeweils zweistündig in den Jahrgängen 6/8/9 statt.

In der Oberstufe befinden sich immer über 100 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Physik ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase werden abhängig von den konkreten Schülerwahlen meist 2 Grundkurse und 1 Leistungskurse gebildet.

Im Vergleich zu anderen Schulen ist sowohl die Kontinuität im Leistungskursbereich, als auch der besonders hohe Anteil interessierter Mädchen hervorzuheben. Der Mädchenanteil liegt in den Physik-Leistungskursen bei einem Drittel und in den Grundkursen bei knapp zwei Drittel. Die langanhaltende positive Entwicklung des Faches Physik an der Hildegardis-Schule steht damit im Gegensatz zu den andauernden Entwicklungstendenzen in unserem Land.

### **Fachschaft Physik zu Kernlehrplänen und Schulinterne Lehrplänen**

Auf Grund der neuen Kernlehrpläne der Landes Nordrhein-Westfalen für die Sekundarstufe II, die mit dem Schuljahr 2014/2015 umzusetzen sind, müssen sich auch zwangsläufig die schulinternen Lehrpläne den Veränderungen anpassen.

Der folgende schulinterne Lehrplan für die Jahrgangsstufe E und Q (Einführungsphase und Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe) ergänzt zunächst lediglich den bestehenden schulinternen Lehrplan (SI und SII) der Hildegardis-Schule Hagen und die Beschlüsse der Fachkonferenz Physik. Daher verbleiben bestehende Informationen und Lehrpläne auf der Homepage der Hildegardis-Schule.

Laut Beschluss der Fachschaft Physik (Juni 2014) wird dieser Lehrplan für die Jahrgangsstufe E zunächst im Schuljahr 2014/2015 erprobt.

In den nächsten Jahren wird dieser schulinternen Lehrplan gegebenenfalls für die Jahrgangsstufe E modifiziert und dann notwendigerweise für die Grund- und Leistungskurse der Qualifikationsphase weiterentwickelt, dann zunächst auch erprobt und auch gegebenenfalls modifiziert. Stand: Juni 2014

Laut Beschluss der Fachschaft Physik (Mai 2015) wird dieser Lehrplan für die Jahrgangsstufe Q1 zunächst im Schuljahr 2015/2016 erprobt. Stand: April 2015

Laut Beschluss der Fachschaft Physik (März 2016) wird dieser Lehrplan für die Jahrgangsstufe Q2 zunächst im Schuljahr 2016/2017 erprobt.

Aufgabe der Fachkonferenz ist es nun ab Schuljahr 2016/2017 den neuen SchiLp S I durch Erprobung zu prüfen und vor allem weiter zu entwickeln.

Stand: April 2017

Für die Fachschaft Physik:  
Herbert Loos (Fachvorsitzender)

### **Signifikante Veränderungen im MINT-Bereich:**

- Im Rahmen der Umbauplanungen für unsere Schule durch das Erzbistum Paderborn werden viele Gelder für die Einrichtung naturwissenschaftlicher Fachräume zur Verfügung gestellt, um die MINT-Ausbildungen und MINT-Aktivitäten weiter voran zu treiben und somit die Qualität des MINT-Unterrichtes noch weiter zu verbessern.
- Fortentwicklung und Veränderung des Unterrichtsangebotes (s.o.)
- **SEVO - Genehmigtes 5-jähriges Schulentwicklungsvorhaben zur Individualisierung des Unterrichts in der Oberstufe (ab 2013-14)** – *hierfür wurden von den Fachschaften insbesondere alternative Lernformen und Leistungsnachweise entwickelt* (nähere Informationen auf Anfrage bei der Schulleitung und auf der Homepage unter:  
<http://hildegardis-schule.de/wordpress/schulentwicklung/>
- Ab diesem Schuljahr konzipiert die Hildegardis-Schule ihre Sekundarstufe II von Grund auf neu. Das Modellvorhaben ermöglicht es, die Interessen, Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler in Zukunft besser und sehr individuell im Unterricht berücksichtigen zu können. Darüber hinaus werden alternative Prüfungsformen wie mündliche Prüfungen, Projekt- und schriftliche Arbeiten eingeführt, die Klausuren ersetzen sowie gezielt auf die Abiturprüfungen und das spätere Studium vorbereiten.
- Dieses Schulentwicklungsvorhaben zur „Individualisierung von Lernprozessen und Formaten der Leistungsüberprüfung in der Sekundarstufe II“ wurde vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW ab dem 1. August 2013 genehmigt und ist landesweit einzigartig.
- Das Projekt wird in den folgenden sechs Jahren erprobt. Wie die Umgestaltung ihres Unterrichts und der Prüfungen konkret ablaufen wird und welche Chancen das Modellvorhaben bietet, darüber werden die Jahrgangsstufen und Eltern regelmäßig informiert.
- Später finden Sie an hier weitere Informationen zum Schulentwicklungsvorhaben.

### **Aufgaben des Fachs bzw. der Fachgruppe in der Schule vor dem Hintergrund der Schülerschaft**

In vielen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans für die Sek II steht nun dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

Bei der Konzeption von Unterrichtsreihen, Klausuren etc. gilt es besonders zu beachten:

*Die für Schülerinnen besonders motivierenden und interessanten Themen und Fragestellungen sind die für die Schüler ebenfalls.*

Ein Schwerpunkt der Überlegungen kreist immer wieder um die Frage, wie man Schülerinnen und Schüler für die Physik motivieren kann. Insbesondere muss man einen Blick auf das Wahlverhalten von Mädchen haben, indem man ihnen näherliegende Unterrichtsschwerpunkte setzt und vor allem bestehende Vorurteile systematisch und bewusst abbaut und dabei auch noch das Wahlverhalten der Jungen steigert.

Dafür sind vor allem fächerübergreifende Kontexte und Fragestellungen besonders geeignet. Hierfür hat die Fachschaft eine Vielzahl von Beispielen erprobt. Exemplarische Beispiele: der Zitteraal auf Beutefang, Wasserläufer, leben Kühe und Rinder gefährlich, Anwendungen im Alltag, das Handy aus physikalischer und biologischer Sicht, Radioaktive Methoden in der Medizin, Blitzforschung, Klebstoffe aus chemischer und physikalischer Sicht, Erbeben-Wellen, Vulkanismus, Entwicklung der Erde, von Sonnen und des Weltalls, Farbenentstehung, ... .

*Die Grundlegung für das Wahlverhalten muss durch einen interessanten und motivierenden Physikunterricht bereits in der Sekundarstufe I erfolgen.*

*Schülerinnen und Schüler sind erfahrungsgemäß bereit, sich mit für sie interessanten und/oder alltagsrelevanten Problemen beziehungsweise Themen längere Zeit zu sehr erfolgreich beschäftigen.*

Hier schließt sich der Kreis zu den SEVO-Überlegungen.

*Wer Menschen gewinnen will, muss das Herz zu Pfande einsetzen.*

*Das Herz aber, die rechte Liebe, muss sich bewähren in der Tat.*

*(Adolph Kolping)*

## **Funktionen und Aufgaben der Fachgruppe vor dem Hintergrund des Schulprogramms**

Der Physikunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und ethisch fundierte Kenntnisse als Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln entwickelt und gefördert.

Im Mittelpunkt stehen grundlegenden Aspekte, wie das Staunen, das Erkennen, das Begreifen, das Beurteilen und dies im Zusammenhang zur Ehrfurcht vor der Schöpfung Gottes in seiner ganzen (fächerübergreifenden) Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang und ethischen Grundsätzen (siehe „Schulprogramm“ auf der Homepage [www.Hildegardis-Schule.de](http://www.Hildegardis-Schule.de)).

Als MINT-EC-Schule wird der naturwissenschaftlichen Bildung gesondert Rechnung getragen. In der Oberstufe wird dabei insbesondere die wissenschaftspropädeutische Bildung gefördert. Zudem nimmt das Fach Physik einen wichtigen Platz beim Schulentwicklungsvorhaben SEVO 2013-2019 ein (siehe Homepage).

Im Allgemeinen wird Physik im Leistungskurs von allen Schülerinnen und Schülern und im Grundkurs von den meisten Klausurschreibern als SEVO-Fach gewählt. In den drei Halbjahren (Q1: 1. und 2.; Q2: 1.) sind jeweils eine Ersatzleistung für eine Klausur zu erbringen, eine schriftliche Arbeit (kleine Facharbeit), eine mündliche Prüfung und eine kooperative-Präsentationsarbeit. Bei der schriftlichen Arbeit als auch bei der kooperativen Präsentation sollen bei der Themenwahl auch individuelle Neigungen und Stärken der Schülerinnen und Schüler im Vordergrund stehen.

## **Beitrag der Fachgruppe zur Erreichung der Erziehungsziele der Schule**

Das Fach Physik trägt in besonderem Maße zur Vermittlung umfassender naturwissenschaftlicher Grundkenntnisse bei, um einen mündigen Bürger und politisch verantwortlich handelnden Menschen zu prägen, der zum Wohle der Menschen, der Umwelt und damit in Verantwortung für die Schöpfung Gottes nachhaltig und begründet handeln kann.

*Wir können viel, wenn wir nur nachhaltig wollen.*

*Wir können Großes, wenn tüchtige Kräfte sich vereinen.*

*(Adolph Kolping)*

## **Verfügbare Ressourcen**

Derzeit stehen der Hildegardis-Schule Fachlehrerinnen und Fachlehrer zu Verfügung: Gerhard Grote (Ma/Ph), Dr. Veronika Homann (Bi, Ph), Herbert Loos (Ma/Ph), Klaus Nelius (Ma/Ph/If), Claudia Wienke (Ek, Ph), Olaf Zacharias (Pä, Bi, Ch, Ph S I) und ab dem Schuljahr 2017/18 wieder mit Stefan Niggemann (Bi, Ph).

Bis Juli 2017 findet der Physikunterricht mit leichten Einschränkungen und Behinderungen statt im Übergangsgebäude an der Funckestraße 41 in Hagen. Der Fachschaft Physik stehen zwei Fachräume zur Verfügung. Diese sind jeweils mit Internetanschlüssen, Steckdosen, einer Dokumentenkamera, einem Beamer, einem Laptop und einem Whiteboard ausgestattet. Einen Physikraum kann man einigermaßen mit Vorhängen verdunkeln. Die Sammlung ist aufgeteilt. Das wesentliche Experimentiermaterial befindet sich in den Physikräumen und einem Sammlungsraum dazwischen. Seltener benutztes Experimentiermaterial ist in einem Kellerraum untergebracht.

Ab August 2018 werden wir die neuen Physikräumen an der Zehlendorfer-Straße 19 nutzen können, die technisch auf dem neuesten Stand sind. Damit verbunden ist auch eine weitreichende Neuausstattung der Physiksammlung geplant.

## **Funktionsinhaber/innen der Fachgruppe**

Fachkonferenzvorsitzende/r: Herbert Loos

Kontaktlehrer/in für die *Zusammenarbeit mit dem MINT-EC*: Dr. Veronika Homann  
Herbert Loos

Ansprechpartner/in bei Fragen zum *SEVO*: Klaus Nelius  
Herbert Loos

Ansprechpartner/in bei Fragen zum *NaWi*: Dr. Veronika Homann (Bi, Ph)  
Olaf Zacharias (Pä, Bi, Ch, Ph S I)

Koordination der *Naturwissenschaften*: Herbert Loos

## 2. Entscheidungen zum Unterricht

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.

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzubilden. 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*“ 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 Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. **SEVO**, Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca.75% 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*“ 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 Unterrichtsvorhaben

Aufgrund des im März 2016 von der Schulkonferenz beschlossenen neuen Rasters findet Physik nun jeweils zweistündig in den Jahrgängen 6/8/9 statt. In diesem Rahmen war es nötig, auch NaWi von einem integrativen zu einem kooperativen Konzept abzuwandeln.

Dadurch ergibt sich insgesamt nun folgende Stundenverteilung.

	5	6	7	8	9
bis 2015/16	NaWi 3	NaWi 3	Ph 2	Ph 1	Ph 2
ab 2016/17	-	NW-Ph 2	-	Ph 2	Ph 2

Aufgabe der Fachkonferenz ist es nun ab dem Schuljahresbeginn 2016/2017 einen neuen SchiLp S I zu entwickeln, mindestens 2 durchlaufende Jahrgänge (d.h. 5 Jahre) zu erproben, und fortlaufend anzupassen.

Auch das SEVO zum NaWi-Konzept 5/6 muss dafür entsprechend modifiziert werden (Jg. 5 NaWi Bi integrativ und Jg.6 NaWi Bi/Ph kooperativ).

### 2.1.1 Unterrichtsvorhaben - SEKUNDARSTUFE I

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben  
und

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben  
(Sekundarstufe I - in Entwicklung und Erprobung)

Im Rahmen der Basiskonzepte müssen die entsprechenden Unterrichtsvorhaben geplant

	Basiskonzepte			
Physik	System	Struktur der Materie	Energie	Wechselwirkung

und die dazugehörigen Kompetenzen erworben werden. ( Ausführungen dazu siehe: "Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Physik", Kapitel 3)

[http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene\\_download/gymnasium\\_g8/gym8\\_physik.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf)

Die im Kernlehrplan vorgegebenen Inhalte müssen auf die uns an unserer Schule vorgegeben Minimalstundenzahl von 6 Stunden in der Sekundarstufe I angepasst werden.

Dabei sind insbesondere auch die Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Physik, sowie die laut den Kernlehrplänen erwarteten Kompetenzen (am Ende der Jahrgangsstufe 9) zu beachten.

Die Kernlehrpläne sehen im Wesentlichen folgende Aufteilung für die Orientierungsstufe 5/6 und für die Mittelstufe 7-9 vor. "Die nachfolgend vorgeschlagenen Kontexte können durch gleichwertige ersetzt werden, wenn die Fachkonferenz dies beschließt." Bei der Erprobung und der Umsetzung im Rahmen der verminderten Stundenzahl werden wir uns zunächst an den in den Kernlehrplänen vorgeschlagenen konkreten Unterrichtsvorgaben und den Vorschlägen des Verlages zu unserem Lehrwerk orientieren. Dabei sollen von den eingesetzten FachlehrerInnen individuell angepasste verschiedene Kontexte erprobt werden.

**Jahrgangsstufe 5/6 - Orientierungsstufe - fachliche Kontexte und Inhaltsfelder**

<p>1. Elektrizität - im Alltag</p> <p>Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen</p> <p>Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)</p> <p>Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung</p> <p>Messgeräte erweitern die Wahrnehmung</p>	<p>Sicherer Umgang mit Elektrizität, Stromkreise, Leiter und Isolatoren, UND-, ODER- und Wechselschaltung, Dauermagnete und Elektromagnete, Magnetfelder, Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern, Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung</p> <p>Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten</p>	<p>6.1</p>	
<p>2. Temperatur und Energie - Sonne – Temperatur – Jahreszeiten</p> <p>Was sich mit der Temperatur alles ändert</p> <p>Leben bei verschiedenen Temperaturen</p> <p>Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle</p>	<p>Thermometer, Temperaturmessung, Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung, Aggregatzustände (Teilchenmodell)</p> <p>Energieübergang zwischen Körpern verschiedener Temperatur</p> <p>Sonnenstand</p>	<p>6.1 6.2</p>	
<p>3. Das Licht und der Schall - Sehen und Hören</p> <p>Sicher im Straßenverkehr – Augen und Ohren auf!</p> <p>Sonnen- und Mondfinsternis</p> <p>Physik und Musik</p>	<p>Licht und Sehen, Lichtquellen und Lichtempfänger, geradlinige Ausbreitung des Lichts, Schatten, Mondphasen</p> <p>Schallquellen und Schallempfänger, Reflexion, Spiegel Schallausbreitung, Tonhöhe und Lautstärke</p>	<p>6.2</p>	

**Jahrgangsstufe 7-9 - Mittelstufe - fachliche Kontexte und Inhaltsfelder**

<p>z.Z. nicht vorgesehen</p>		<p>7</p>	
<p>1. Optik hilft dem Auge auf die Sprünge - Optische Instrumente, Farbzerlegung des Lichts</p> <p>Mit optischen Instrumenten „Unsichtbares“ sichtbar gemacht</p> <p>Lichtleiter in Medizin und Technik</p> <p>Die Welt der Farben</p> <p>Die ganz großen Sehhilfen: Teleskope</p>	<p>Aufbau und Bildentstehung beim Auge – Funktion der Augenlinse</p> <p>Lupe als Sehhilfe, Fernrohr</p> <p>Brechung, Reflexion, Totalreflexion und Lichtleiter</p> <p>Zusammensetzung des weißen Lichts</p>	<p>8.1</p>	

und Spektroskope			
2. Elektrizität – messen, verstehen, anwenden  Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus  Autoelektrik  Hybridantrieb	Einführung von Stromstärke und Ladung, Eigenschaften von Ladung, elektrische Quelle und elektrischer Verbraucher  Unterscheidung und Messung von Spannungen und Stromstärken, Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltungen  elektrischer Widerstand , Ohm’sches Gesetz	8.2	
3. Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit - Kraft, Druck, mechanische und innere Energie  Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege  100 m in 10 Sekunden (Physik und Sport)  Anwendungen der Hydraulik  Tauchen in Natur und Technik	Geschwindigkeit, Kraft als vektorielle Größe, Zusammenwirken von Kräften,  Gewichtskraft und Masse, Hebel und Flaschenzug, mechanische Arbeit und Energie, Energieerhaltung  Druck , Auftrieb in Flüssigkeiten	9.1	
4. Radioaktivität und Kernenergie – Grundlagen, Anwendungen und Verantwortung  Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren  Strahlendiagnostik und Strahlentherapie  Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren	Aufbau der Atome, ionisierende Strahlung (Arten, Reichweiten, Zerfallsreihen, Halbwertszeit)  Strahlennutzen, Strahlenschäden und Strahlenschutz  Kernspaltung  Nutzen und Risiken der Kernenergie	9.1 9.2	
5. Effiziente Energienutzung: eine wichtige Zukunftsaufgabe der Physik - Energie, Leistung, Wirkungsgrad  Strom für zu Hause  Das Blockheizkraftwerk  Energiesparhaus  Verkehrssysteme und Energieeinsatz	Energie und Leistung in Mechanik, Elektrik und Wärmelehre  Aufbau und Funktionsweise eines Kraftwerkes regenerative Energieanlagen Energieumwandlungsprozesse, Elektromotor und Generator , Wirkungsgrad  Erhaltung und Umwandlung von Energie	9.2	

Basiskompetenzen - prozessbezogene Kompetenzen und konzeptbezogene Kompetenzen

Inhaltsfelder	Fachliche Kontexte	Inhaltsverzeichnis <i>Fokus Physik – Band 5/6</i>	Konzeptbezogene Kompetenzen blau: Basiskonzept Energie grün: Basiskonzept Struktur der Materie rot: Basiskonzept System violett: Basiskonzept Wechselwirkung
<b>Elektrizität</b>	<b>Elektrizität im Alltag</b>	ELEKTRIZITÄT IM ALLTAG	
<p>Sicherer Umgang mit Elektrizität</p> <p>Stromkreise</p> <p>Leiter und Isolatoren,</p> <p>UND-, ODER- und Wechselschaltung,</p> <p>Dauermagnete und Elektromagnete, Magnetfelder,</p> <p>Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern</p> <p>Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen</li> <li>• Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)</li> <li>• Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung</li> <li>• Messgeräte erweitern die Wahrnehmung</li> </ul>	<p><b>Einfache elektrische Stromkreise S. 8</b>                      Elektrische Stromkreise S. 10                      Elektrische Quellen S. 11                      Schaltsymbole und Schaltpläne S. 11                      Wie fließt der Strom bei deinem Fahrrad? S. 14                      Der Fahrradstromkreis S. 15  <b>Elektrische Geräte im Alltag S. 16</b>  <i>Methode</i> Wie führe ich Protokoll? S. 17                      Wie werden elektrische Geräte geschaltet? S. 20                      Schaltungen mit zwei Tastern S. 20  <i>Methode</i> Die Sprache der Physik – Experimentbeschreibung S. 21  <i>Selbst erforscht</i> Schalter zum Selbstbauen S. 23  <b>Sicherer Umgang mit Elektrizität S. 24</b>                      Der Mensch als elektrischer Leiter S. 26                      Was der Strom alles kann S. 28                      Wirkungen des elektrischen Stroms S. 30  <b>Keine Zauberei – der Magnetismus S. 36</b>  <i>Methode</i> An Lernstationen selbstständig experimentieren S. 37                      Eigenschaften von Magneten S. 40                      Nord- und Südpol eines Magneten S. 42                      Herstellung von Magneten S. 44  <i>Methode</i> Modelle – eine Vorstellung hilft beim Verstehen S. 44                      Das Magnetfeld eines Dauermagneten S. 45                      Der Elektromagnetismus S. 48                      Elektromagnete S. 49  <i>Physik erlebt</i> Kompass im Kopf? S. 52  <i>Check up</i> S.56</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.</li> <li>• einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.</li> <li>• beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können</li> <li>• an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden.</li> <li>• geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.</li> </ul>
		VON DER ENERGIE	

<p>Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten</p>		<p><b>Energie bestimmt unseren Alltag S.58</b>                  Bewegung und Energie S. 61                  Woran erkennt man Energie? S. 61  <b>Energie verschwindet nie S. 62</b>                  Energie kann nicht erzeugt werden S. 64                  Energie kann nicht vernichtet werden S. 64                  Energie kann transportiert und gespeichert werden S. 67                  Energietransport S. 68                  Energiespeicherung S. 69  <b>Physik erlebt</b> Wo die elektrische Energie herkommt S. 70  <b>Energie wird entwertet S. 72</b>                  Energie geht an die Umwelt verloren S. 73                  Energieentwertung S. 74  <b>Selbst erforscht</b> Energiesparen und Energiemessen S. 76  <b>Check up S. 80</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen.</li> <li>• in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.</li> </ul>
<p><b>Temperatur und Energie</b></p>	<p><b>Sonne – Temperatur – Jahreszeiten</b></p>	<p>SONNE – TEMPERATUR – JAHRESZEITEN</p>	
<p>Thermometer, Temperaturmessung                   Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung                   Aggregatzustände (Teilchenmodell)                   Energieübergang zwischen Körpern verschiedener Temperatur,                   Sonnenstand</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was sich mit der Temperatur alles ändert</li> <li>• Leben bei verschiedenen Temperaturen</li> <li>• Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle</li> </ul>	<p><b>Was sich im Verlauf eines Tages und eines Jahres ändert S. 82</b>                  Vom Stand der Sonne – Der Tag und das Jahr S. 83                  Der Tag, der Monat und das Jahr S. 84                  Die Jahreszeiten S. 86                  Die Temperatur im Laufe eines Tages und eines Jahres S. 87                  Die Temperatur S. 88                  Die Temperaturmessung S. 89  <b>Methode</b> Messwerte im Diagramm darstellen S. 90  <b>Methode</b> Ergebnisse präsentieren S. 92  <b>Was sich mit der Temperatur alles ändert S. 94</b>                  Volumen- und Längenänderung S. 98                  Fest, flüssig und gasförmig – Die Aggregatzustände S. 100                  Das Teilchenmodell hilft beim Verständnis (1) S. 102                  Das Teilchenmodell hilft beim Verständnis (2) S. 103  <b>Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle S. 108</b>                  Die Sonne erwärmt die Erde – Wärmestrahlung S. 110                  Wärmemitführung S. 111</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann.</li> <li>• an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen.</li> <li>• an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern.</li> <li>• Aggregatzustände, Aggregatzustands-</li> </ul>

		<p><b>Physik erlebt</b> Energie von der Sonne S. 114</p> <p><b>Leben bei verschiedenen Temperaturen S. 118</b></p> <p>Wärme unterwegs S. 120</p> <p>Wärmeleitung S. 121</p> <p>Überleben im Winter durch die Anomalie des Wassers S. 123</p> <p><b>Selbst erforscht</b> Allerlei Wärme S. 124</p> <p><b>Check up</b> S. 126</p>	<p>übergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Sonnenstand als für die Temperaturen auf der Erdoberfläche als eine Bestimmungsgröße erkennen</li> </ul>
<b>Das Licht und der Schall</b>	<b>Sehen und Hören</b>	<b>SEHEN UND HÖREN</b>	
<p>Licht und Sehen</p> <p>Lichtquellen und Lichtempfänger</p> <p>geradlinige Ausbreitung des Lichts, Schatten, Mondphasen</p> <p>Schallquellen und Schallempfänger</p> <p>Reflexion, Spiegel</p> <p>Schallausbreitung, Tonhöhe und Lautstärke</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicher im Straßenverkehr – Augen und Ohren auf!</li> <li>• Sonnen- und Mondfinsternis</li> <li>• Physik und Musik</li> </ul>	<p><b>Die Welt mit unseren Sinnen wahrnehmen S. 128</b></p> <p>Mit allen Sinnen erleben S. 130</p> <p>Tastwelt – Sehwelt S. 131</p> <p>Sehen und Bewegen S. 132</p> <p>Hörwelt S. 133</p> <p><b>Zum Sehen brauchen wir Licht S. 134</b></p> <p>Wie wir Lichtquellen sehen – unsere Augen sind Lichtempfänger S. 136</p> <p>Die Ausbreitung des Lichts S. 137</p> <p>Licht wird gestreut, absorbiert oder durchgelassen S. 139</p> <p>Streulicht ist wichtig fürs Sehen S. 140</p> <p>Wie sich Licht ausbreitet S. 140</p> <p>Spiegel – Licht wird gezielt zurückgeworfen S. 141</p> <p><b>Selbst erforscht</b> Spiegel – basteln, staunen, forschen S. 142</p> <p><b>Physik erlebt</b> Sehen und gesehen werden im Straßenverkehr S. 144</p> <p><b>Schattenbilder – Lichtbilder S. 148</b></p> <p>Wie Schatten entstehen S. 149</p> <p>Kern- und Halbschatten S. 151</p> <p>Löcher zeichnen Bilder S. 154*</p> <p>* Zusatzangebot zur Erweiterung und Vertiefung des Unterrichts</p> <p><b>Licht und Schatten im Weltraum S. 160</b></p> <p>Die wechselnde Gestalt des Mondes S. 162</p> <p>Finsternisse S. 163</p> <p>Mond- und Sonnenfinsternisse S. 164</p> <p><b>Sprechen und Hören S. 168</b></p> <p>Wie Sprache entsteht – Stimmbänder S. 170</p> <p>Ohren und Gehör S. 171</p> <p>Vibration und Töne S. 172</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgrößen der Akustik nennen.</li> <li>• Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern.</li> <li>• Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.</li> <li>• Schwingungen als</li> </ul>

		<p>Schall und Schwingungen S. 173                  Die Tonhöhe gespannter Seiten S. 174                  Laut und leise S. 175  <b>Schall unterwegs S. 176</b>                  Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls S. 178                  Schall unterwegs – Schallwellen S. 180                  Reflexion von Schall – Echo S. 180  <b>Der Ton macht die Musik S. 182</b>                  Tonhöhe und Größe der Schallquelle S. 184                  Methode Mind-Map – wir sammeln und ordnen unsere Gedanken S. 187                  Selbst erforscht Lärm – ein Projekt S. 188                  Check up S. 191</p>	<p>Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen.</li> </ul>
		DIE NATUR VERSTEHEN MIT PHYSIKALISCHEN BASISKONZEPTEN	

Kompetenzen zum Basiskonzept „Energie“

Stufe I	Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen in Fokus Physik –Band 7/8/9	Stufe II	Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen in Fokus Physik – Band 7/8/9
Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ...		Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.</li> <li>die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</li> </ul>	<p><b>S. 75:</b> Energie in Nahrungsmitteln und Treibstoffen  <b>S. 76:</b> Wasser erwärmen – die Einheit der Energie  <b>S. 77:</b> Energiebedarf beim Heben  <b>S. 78:</b> Berechnung der Lage-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.</li> <li>die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.</li> </ul>	<p><b>S. 246:</b> Spannung, Stromstärke, Leistung  <b>S. 252:</b> Der Wirkungsgrad  <b>S. 272:</b> Wie elektrische Energie erzeugt und transportiert wird  <b>S. 273:</b> Spulen als Energiequellen</p>

<p>zen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.</li> <li>• an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.</li> <li>• 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.</li> <li>• Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.</li> <li>• Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.</li> <li>• beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann.</li> <li>• die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern.</li> <li>• verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, Energieaufbereitung und</li> </ul>	<p>energie</p> <p><b>S. 81:</b> Wenn es auf das Tempo der Energieumwandlung ankommt – die Leistung</p> <p><b>S. 81:</b> Die Leistung und ihre Einheit</p> <p><b>S. 85:</b> Energiemessung</p> <p><b>S. 86:</b> Wie man elektrische Energie misst</p> <p><b>S. 87:</b> Energiesparen</p> <p><b>S. 92:</b> Elektrische Energie kommt ins Haus</p> <p><b>S. 93:</b> Elektrische Anlagen übertragen Energie</p> <p><b>S. 95:</b> Energiequellen</p> <p><b>S. 96:</b> Wir leben über unsere Verhältnisse</p> <p><b>S. 99:</b> Übertragung von Energie – der Stromkreis</p> <p><b>S. 108:</b> Der Zusammenhang zwischen Stromstärke, Elektrizität und Zeit</p> <p><b>S. 186:</b> Kleine Kräfte – lange Wege</p> <p><b>S. 220:</b> Druckunterschiede sorgen für Ströme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.</li> <li>• an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.</li> <li>• 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.</li> <li>• Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.</li> <li>• Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.</li> <li>• beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann.</li> <li>• die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld</li> </ul>	<p><b>S. 286</b> Transformatoren verringern Energieverluste</p> <p><b>S. 322:</b> Kernspaltung und Kernfusion</p> <p><b>S. 323:</b> Massendefekt und Energie</p> <p><b>S. 325:</b> Kernspaltung</p> <p><b>S. 327:</b> Kernkraftwerk</p> <p><b>S. 329:</b> Kernfusion</p> <p><b>S. 331:</b> Chancen und Risiken der Kernenergie</p> <p><b>S. 348:</b> Energie von der Sonne</p> <p><b>S. 372:</b> Windenergie</p> <p><b>S. 384:</b> Das Energiesparhaus</p> <p><b>S. 385:</b> Thermische Energie und Wärmedämmung</p> <p><b>S. 389:</b> Wasserdampf als unsichtbarer Energiespeicher</p> <p><b>S. 394:</b> Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen</p> <p><b>S. 395:</b> Energie wird entwertet</p> <p><b>S. 397:</b> Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine</p> <p><b>S. 404:</b> Mobilität und Umwelt</p> <p><b>S. 406:</b> Pkw, Bus, Bahn oder Flugzeug – Energiebedarf und Umweltbelas-</p>
---	---	--	---

<p>Energienutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.</p>		<p>erläutern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.</li> </ul>	<p>tung verschiedener Verkehrsmittel</p> <p><b>S. 414:</b> Die Bewegungsenergie</p> <p><b>S. 423:</b> Verbrennungsmotoren</p> <p><b>S. 425:</b> Elektromotoren – Fahrzeugantrieb der Zukunft</p>
---	--	---	--

### Kompetenzen zum Basiskonzept „Struktur der Materie“

<p>Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept durch die Erweiterung der Teilchenvorstellung soweit formal entwickelt, dass sie ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Stoffe bzgl. Ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.</li> <li>• die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären.</li> </ul>	<p><b>S. 126:</b> Elektrische Ladung</p> <p><b>S. 127:</b> Die Elementarladung</p> <p><b>S. 127:</b> Positive und negative Ladungen sind überall</p> <p><b>S. 128:</b> Nachweis der elektrischen Ladung</p> <p><b>S. 128:</b> Ladungstrennung durch Influenz</p> <p><b>S. 131:</b> Elektrischer Strom ist bewegte Ladung</p> <p><b>S. 132:</b> Glüh-elektrischer Effekt</p> <p><b>S. 132:</b> Elektrischer Leiter und elektrischer Strom</p> <p><b>S. 206:</b> Schwer und leichte Stoffe – die Dichte</p> <p><b>S. 207:</b> Schweben, Steigen und Sinken</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Materiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Stoffe bzgl. Ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.</li> <li>• Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben.</li> <li>• die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben.</li> <li>• Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen.</li> <li>• Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben.</li> <li>• Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren.</li> <li>• Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten..</li> </ul>	<p><b>S. 260:</b> Gute Leiter – schlechte Leiter</p> <p><b>S. 261:</b> Wie der elektrische Widerstand entsteht</p> <p><b>S. 294:</b> Unsichtbares wird sichtbar gemacht</p> <p><b>S. 297:</b> Wie groß sind Atome</p> <p><b>S. 300:</b> Aufbau des Atoms</p> <p><b>S. 308:</b> Zerfall von Atomkernen – Radioaktivität</p> <p><b>S. 309:</b> Vom Aufbau der Atomkerne</p> <p><b>S. 311:</b> Die Nuklidkarte</p> <p><b>S. 312:</b> Radioaktivität</p> <p><b>S. 313:</b> Eigenschaften der Kernstrahlung</p> <p><b>S. 319:</b> Arbeiten mit der Nuklidkarte</p> <p><b>S. 322:</b> Kernspaltung und Kernfusion</p> <p><b>S. 335:</b> Strahlenbelastung und Strahlenschutz</p> <p><b>S. 340:</b> Röntgenstrahlung</p>
---	--	---	---

### Kompetenzen zum Basiskonzept „System“

<p>Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept soweit formal entwickelt, dass sie ...</p>	<p><b>S. 92:</b> Elektrische Energie kommt ins Haus  <b>S. 93:</b> Elektrische Anlagen übertragen Energie  <b>S. 98:</b> Energieübertragung durch Stromkreise  <b>S. 117:</b> Schutzmaßnahmen im Stromnetz  <b>S. 10:</b> Löcher zeichnen Bilder  <b>S. 11:</b> Die Lochkamera wird durch eine Linse verbessert  <b>S. 12:</b> Brenngläser sind Sammellinsen  <b>S. 12:</b> Punkt für Punkt – die Bilder der Sammellinse  <b>S. 13:</b> Größe und Lage des Bildes  <b>S. 14:</b> Verschiedene Sammellinsen – verschiedene große Bilder  <b>S. 15:</b> Scharfe und unscharfe Bilder bei der Sammellinse  <b>S. 16:</b> Linsenbilder konstruieren  <b>S. 17:</b> Linsenbilder berechnen  <b>S. 20:</b> Digitalkameras  <b>S. 21:</b> Das Auge – wie Bilder auf der Netzhaut entstehen  <b>S. 24:</b> Wie unser Auge das Bild scharf stellt  <b>S. 178:</b> Brücken  <b>S. 180:</b> Stütze, Seil</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie ...</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.</li> <li>• den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.</li> <li>• die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.</li> <li>• umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.</li> <li>• technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.</li> <li>• die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</li> <li>• Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben.</li> <li>• die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.</li> <li>• den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.</li> <li>• die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.</li> <li>• umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.</li> <li>• technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern.</li> <li>• die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären.</li> </ul>	<p><b>S. 243:</b> Elektrische Energiequellen versorgen Geräte mit Energie  <b>S. 246:</b> Spannung, Stromstärke, Leistung  <b>S. 248:</b> Energie, Spannung, Ladung  <b>S. 261:</b> Der elektrische Widerstand als physikalische Größe  <b>S. 262:</b> Widerstand und elektrische Stromstärke  <b>S. 278:</b> Die Erzeugung von Wechselstrom – Generatoren  <b>S. 283:</b> Der Transformator – elektrische Energie bei unterschiedlichen Spannungen  <b>S. 327:</b> Kernkraftwerk  <b>S. 394:</b> Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen  <b>S. 396:</b> Wärmekraftmaschinen – vom Modell zur technischen Realisierung  <b>S. 422:</b> Verbrennungsmotoren als</p>

	und Träger <i>technische Geräte:</i> Navigationsgerät, Laserdrucker, Lichtleiter, Sicherung, Notstromaggregat, Lupe, Mikroskop, Fernrohr, Brille, Brücken, Finite-Elemente-Methode, Kräne, Fachwerk, Tauchgeräte, Schiffe		Energiewandler <b>S. 425:</b> Elektromotoren – Fahrzeugantrieb der Zukunft
--	---	--	---

Kompetenzen zum Basiskonzept „Wechselwirkung“

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie ...	<b>S. 148:</b> Geschwindigkeit als Vektor <b>S. 149:</b> Die gleichförmige Bewegung <b>S. 158 ff.:</b> Wechselwirkungen und Kräfte <b>S. 160:</b> Mechanische Wechselwirkungen <b>S. 162:</b> Woran man Kräfte erkennt <b>S. 163:</b> Gewichtskraft und Masse <b>S. 164:</b> Körper im Kräftegleichgewicht <b>S. 166:</b> Die Kraft – eine gerichtete physikalische Größe <b>S. 167:</b> Das Wechselwirkungsgesetz <b>S. 169:</b> Kräfte messen <b>S. 216:</b> Vorstellungen zum Druck <b>S. 217:</b> Druck und Kraft <b>S. 218:</b> Das hydrostatische Paradoxon <b>S. 218:</b> Berechnung des Schweredrucks <b>S. 221:</b> Strukturen in der Physik – Antrieb, Stromstärke und Widerstand <b>S. 42:</b> Die Brechung <b>S. 43:</b> Warum Sammellinsen das Licht	Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...	<b>S. 272:</b> Wie elektrische Energie erzeugt und transportiert wird <b>S. 278:</b> Die Erzeugung von Wechselstrom – Generatoren <b>S. 238:</b> Der Transformator – elektrische Energie bei unterschiedlichen Spannungen <b>S. 313:</b> Eigenschaften der Kernstrahlung <b>S. 314:</b> Die Strahlung radioaktiver Körper ionisiert <b>S. 317:</b> Eigenschaften der Kernstrahlung <b>S. 334:</b> Strahlendiagnostik und Strahlentherapie <b>S. 336:</b> Ionisation im menschlichen Körper <b>S. 344:</b> Anwendung der Kernstrahlung in der
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.</li> <li>• Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.</li> <li>• die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.</li> <li>• Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.</li> <li>• Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.</li> <li>• die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.</li> <li>• Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben.</li> <li>• experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben.</li> </ul>	

<p>kraft beschreiben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption und Brechung von Licht beschreiben.</li> <li>• Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden</li> <li>• und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.</li> <li>• die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.</li> </ul>	<p>bündeln</p> <p><b>S. 62 ff.:</b> Die Welt der Farben</p> <p><b>S. 102:</b> Wie Stromstärken gemessen und berechnet werden</p> <p><b>S. 102:</b> Messbare Wirkungen des elektrischen Stroms</p> <p><b>S. 103:</b> Die elektrische Stromstärke</p> <p><b>S. 104:</b> Das Messen der elektrischen Stromstärke</p> <p><b>S. 104:</b> Elektrische Stromstärke im unverzweigten Stromkreis</p> <p><b>S. 105:</b> Wie wird mit einem Strommesser gearbeitet?</p> <p><b>S. 108:</b> Der Zusammenhang zwischen Stromstärke, Elektrizität und Zeit</p> <p><b>S. 109:</b> Strukturen in der Physik – Ströme und Stromstärken</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.</li> <li>• den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären.</li> </ul>	<p>Medizin</p> <p><b>S. 373:</b> Luftdruck</p>
---	--	--	--

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung  
experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen im SB auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
<p>beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.</p>	<p>Jedes Unterkapitel beginnt mit einem kurzen Einstiegstext und einem oder mehreren Fotos (in einem blau hinterlegten Kasten) (z.B. S. 62 Tau am Spinnweben und S. 140 Navigationssystem). Text und Abbildung beziehen sich auf den jeweiligen Kontext, beschreiben eine Alltagssituation oder ein Problem und führen schließlich zu einer oder mehreren Fragestellungen hin, die die Schülerinnen und Schüler im Abschnitt <b>Beobachtungen, Experimente</b> (z.B. S. 9, 75, 93 oder 141) oder <b>Probier's mal!</b> (z.B. S.19) bearbeiten und mithilfe der Grundgentexte und Aufgaben vertiefen.</p> <p><b>Physik erlebt</b> (z.B. S. 48/49) ermöglicht den Schülerinnen und Schülern ebenfalls Phänomene zu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip bei allen Schülerexperimenten</li> <li>• häufig als Einstieg in Stunden/Reihen</li> <li>• häufig angewandtes Prinzip in Experimenten <b>Hypothesenbildung</b></li> </ul>

	<p>beschreiben und zwischen Beobachtung und Erklärung zu unterscheiden.</p> <p>Auf der DVD-ROM (beiliegend im Schülerbuch) befinden sich weitere Experimentier- bzw. Bauanleitungen.</p>	
<p>analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen.</p>	<p>z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Method</b>e S. 100 Analogien</li> <li>• <b>Method</b>e S. 109, 221 Strukturen in der Physik</li> <li>• <b>Method</b>e S. 208 Fermiprobleme lösen</li> <li>• <b>Physik erlebt</b> S. 226 Der Pottwal taucht ab</li> <li>• S. 109 <b>Method</b>e Strukturen in der Physik – Ströme und Stromstärken</li> </ul> <p>Viele Aufgaben in den <b>Check-up</b> bieten den Schülerinnen und Schülern ebenfalls Möglichkeiten Ähnlichkeiten und Unterschiede systematisch zu nutzen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen in und mit Analogien als didaktisches Leitprinzip</li> <li>• Tabellarische Gegenüberstellungen finden vielfältige Einsatzmöglichkeiten</li> </ul>
<p>führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten.</p>	<p>Im Band 7/8 stehen in den Rubriken <b>Experimente</b> bzw. <b>Probier's mal!</b> Sehr viele einfache Experimente zur selbstständigen Erarbeitung von physikalischen Zusammenhängen zur Verfügung. Weitere Experimente gibt es für das <b>Lernen an Stationen</b> (z. B. S. 22 f., S. 82 f.) sowie in den Projektangeboten <b>Selbst erforscht</b> (z. B. S. 130, S. 234 f.). Auf der DVD-ROM stehen Interaktive Bildschirmexperimente und Arbeitsblätter zur Verfügung. Konkrete Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lernen an Stationen</b> S. 22/23 → Optik</li> <li>• <b>Experimente</b> S. 77 → Mechanik/Energie</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> S. 130 → Elektrizitätslehre</li> </ul> <p>Für die Durchführung, Protokollierung und Abstraktion der Ergebnisse der Schüleraktivitäten finden sich in den <b>Method</b>-Seiten Anregungen, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 16 <b>Method</b>e Linsenbilder konstruieren</li> <li>• S. 105 <b>Method</b>e Wie wird mit einem Strommesser gearbeitet?</li> <li>• S. 115 <b>Method</b>e Arbeit mit Proportionalitäten</li> <li>• S. 116 <b>Method</b>e Die grafische Auswertung von Messreihen - die Ausgleichsgerade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip bei allen Schülerexperimenten</li> <li>• quantitative Experimente erfordern zudem eine Auswertung, diese kann z.B. grafisch, mathematisch oder in einem Text erfolgen</li> <li>• für die Auswertung und damit Dokumentation bieten sich auch neue/digitale Medien an, z.B. Ausgleichsgeraden mit einem Tabellenkalkulationssystem</li> </ul>
<p>dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.</p>	<p>Die Dokumentation wird in zahlreichen Experimenten gefordert bzw. mit Vorschlägen unterstützt. Zentrale Arbeitsweisen bzw. Fachmethoden werden explizit auf den <b>Method</b>-Seiten vorgestellt und erklärt: z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 16 <b>Method</b>e Linsenbilder konstruieren</li> <li>• S. 41 <b>Method</b>e Grafische Auswertung von Messreihen</li> <li>• S. 115 und 116 <b>Method</b>e Arbeit mit Proportionalitäten u. Die grafische Auswertung von Mess-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufig angewandtes Prinzip</li> <li>• alle Aufgaben können nach Angabe des Lehrers schriftlich, d.h. im Allgemeinen in Form von Texten, Skizzen, mathematischen Rechnungen oder Diagrammen gelöst werden</li> <li>• Einsatz eines Tabellenkalkulationssystems</li> </ul>

	<p>reihen – die Ausgleichsgerade Auf verschiedenen Seiten werden fundamentale Methoden vorgestellt und erläutert (z.B. S. 151 Zeit-Weg-Diagramm).</p>	<p>oder einer dynamischen Geometriesoftware möglich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• viele allgemeine Methoden nutzbar – Anbindung an das Methodencurriculum der Schule möglich und sinnvoll</li> </ul>
<p>recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.</p>	<p>Neben der Recherche im SB wird in verschiedenen Aufgaben explizit gefordert, dass sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig Informationen verschaffen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 136 Aufgabe 1</li> <li>• S. 132 Aufgaben 3 und 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die DVD-ROM enthält eine Vielzahl an Modulen, um diese Kompetenz zu üben</li> <li>• Internet und Mind-Map-Programme sinnvoll</li> </ul>
<p>wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.</p>	<p>Neben dem SB als Quelle dienen hier v.a. Internetquellen als Grundlage. Die Einordnung, Bewertung und Verarbeitung dieser Informationen wird im Unterricht ständig – ohne explizite Nennung – gefordert und eingeübt. Auf der Website zum Buch (Zugriff über Medien-codes auf DVD-ROM oder direkt über <a href="http://www.cornelsen.de/fokus_physik">www.cornelsen.de/fokus_physik</a> befinden sich ständig aktualisierte und kommentierte Linklisten passend zu den Lehrbuchthemen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textarbeit/Textproduktion als Methode naturwissenschaftlichen Arbeitens</li> <li>• Wechsel der Darstellungsebenen sinnvoll und möglich</li> <li>• Referate</li> </ul>
<p>stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.</p>	<p>Viele Anknüpfungspunkte im SB sind bereits genannt – siehe erste/zweite und vierte Zeile dieser Tabelle.</p> <p>Hier geht es v.a. um Experimente in größeren Zusammenhängen – von der Hypothesenbildung über die Planung/Durchführung bis zur Auswertung. Im SB findet sich z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 183 <b>Selbst erforscht</b> Brücken bauen</li> <li>• S. 234 f. <b>Selbst erforscht</b> Physik im Schwimmbad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufig angewandtes Prinzip in Experimenten, hier jedoch im größeren Zusammenhang gefordert</li> <li>• Lerntagebuch bei Schülerpraktika, Lernen an außerschulischen Lernorten (z.B. Schülerlabortage) oder Projekttag sind gute Möglichkeiten hierzu</li> <li>• Wettbewerbe (Brückenbau)</li> <li>• Workshops</li> </ul>
<p>interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.</p>	<p>Wird z.B. explizit im SB gefordert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Methode</b> S.41 Grafische Auswertung von Messreihen</li> <li>• S. 115 <b>Methode</b> Arbeit mit Proportionalitäten</li> <li>• S. 116 <b>Methode</b> Die grafische Auswertung von Messreihen – die Ausgleichsgerade</li> <li>• S. 151 und 155 Zeit-Weg-Diagramme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Häufig bei Auswertungen von Experimenten gefordert</li> </ul>

stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab.	<p>Im SB z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 48 f. <b>Physik erlebt</b> Luftspiegelungen</li> <li>• S. 45 <b>Grundlagen</b> Nachrichtenübertragung mit Glasfasertechnik</li> <li>• S. 134 f. <b>Physik erlebt</b> Wenn`s blitzt und donnert</li> <li>• In zahlreichen Aufgaben am Kapitelende <b>Alles klar?</b> und <b>Check-up</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip</li> <li>• implizit bei allen Aufgaben</li> </ul>
beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.	<p>Im SB z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 146 <b>Methode</b> Mit Pfeilen rechnen</li> <li>• S. 221 <b>Methode</b> Strukturen in der Physik – Antrieb, Stromstärke und Widerstand</li> <li>• S. 109 <b>Methode</b> Strukturen in der Physik – Ströme und Stromstärken</li> <li>• Grundlagentexte, Zusammenfassungen <b>Auf einen Blick</b>, Aufgabenstellungen fördern den bewussten Umgang mit der Fachsprache</li> <li>• in zahlreichen Aufgaben am Kapitelende <b>Alles klar?</b> und <b>Check-up</b> wird das Anwenden der Fachsprache gefordert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip</li> <li>• implizit bei allen Aufgaben</li> </ul>

Jg.9

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen im Schülerbuch auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.	<p>Jedes Unterkapitel beginnt mit einem kurzen Einstiegstext und einem oder mehreren Fotos (in einem blau hinterlegten Kasten) (z.B. S. 272 Wie elektrische Energie erzeugt und transportiert wird und S. 293 Radioaktivität und Kernenergie). Text und Abbildung beziehen sich auf den jeweiligen Kontext, beschreiben eine Alltagssituation oder ein Problem und führen schließlich zu einer oder mehreren Fragestellungen hin, die die Schülerinnen und Schüler im Abschnitt <b>Beobachtungen, Experimente</b> (z.B. S. 295; S. 273) oder <b>Probier's mal!</b> (z.B. S. 274) bearbeiten und mithilfe der Grundlagentexte und Aufgaben vertiefen. <b>Physik erlebt</b> (z.B. S. 256 f. oder 344 f.) ermöglicht den Schülerinnen und Schülern ebenfalls Phänomene zu beschreiben und zwischen Beobachtung und Erklärung zu unterscheiden. Auf der DVD-ROM (beiliegend im Schülerbuch) befinden sich weitere Experimentier- bzw. Bauanleitungen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip bei allen Schülerexperimenten</li> <li>• häufig als Einstieg in Stunden/Reihen</li> </ul>
erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufig angewandtes Prinzip in Experimenten <b>Hypothesenbildung</b></li> </ul>
analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen.	<p>z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Methode</b> S. 245 Modelle für den Energietransport im elektrischen Stromkreis</li> <li>• S. 294 Unsichtbares wird sichtbar gemacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen in und mit Analogien als didaktisches Leitprinzip</li> <li>• Tabellarische Gegen-</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 295 Aufgabe 5 Öltröpfchen-Experiment</li> <li>• S. 311 Probier's mal! Aufgaben mit Analogien zu physikalischen Gesetzen</li> </ul> <p>Viele Aufgaben in den <b>Check-up</b> bieten den Schülerinnen und Schülern ebenfalls Möglichkeiten Ähnlichkeiten und Unterschiede systematisch zu nutzen.</p>	<p>überstellungen finden vielfältige Einsatzmöglichkeiten</p>
<p>führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese.</p>	<p>Im Band 9 stehen in den Rubriken <b>Experimente</b> bzw. <b>Probier's mal!</b> Sehr viele einfache Experimente zur selbstständigen Erarbeitung von physikalischen Zusammenhängen zur Verfügung. Weitere Experimente gibt es für das <b>Lernen an Stationen</b> (z. B. S. 249 f.) sowie in den Projektangeboten <b>Selbst erforscht</b> (z. B. S. 280).</p> <p>Auf der DVD-ROM stehen Interaktive Bildschirmexperimente und Arbeitsblätter zur Verfügung.</p> <p>Konkrete Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lernen an Stationen</b> S. 249 f. → Elektrizitätslehre</li> <li>• <b>Experimente</b> S. 295 → Radioaktivität und Kernphysik</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> S. 280 → Generatoren</li> </ul> <p>Für die Durchführung, Protokollierung und Abstraktion der Ergebnisse der Schüleraktivitäten finden sich in den <b>Methode</b> Abschnitten Anregungen, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 416 <b>Methode</b> Von der Fragestellung über das Experiment zur Formel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip bei allen Schülerexperimenten</li> <li>• quantitative Experimente erfordern zudem eine Auswertung, diese kann z.B. grafisch, mathematisch oder in einem Text erfolgen</li> <li>• für die Auswertung und damit Dokumentation bieten sich auch neue/digitale Medien an, z.B. Ausgleichgeraden mit einem Tabellenkalkulationsprogramm</li> </ul>
<p>dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.</p>	<p>Die Dokumentation wird in zahlreichen Experimenten gefordert bzw. mit Vorschlägen unterstützt. Zentrale Arbeitsweisen bzw. Fachmethoden werden explizit auf den <b>Methode</b>-Seiten vorgestellt und erklärt: z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 416 <b>Methode</b> Von der Fragestellung über das Experiment zur Formel</li> </ul> <p>Diese Kompetenz wird vorwiegend bereits im Band 7/8 aufgebaut.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufig angewandtes Prinzip</li> <li>• alle Aufgaben können nach Angabe des Lehrers schriftlich, d.h. im Allgemeinen in Form von Texten, Skizzen, mathematischen Rechnungen oder Diagrammen gelöst werden</li> <li>• Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms oder einer dynamischen Geometriesoftware möglich</li> <li>• viele allgemeine Methoden nutzbar – Anbindung an das Methodencurriculum der Schule möglich und sinnvoll</li> </ul>
<p>recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.</p>	<p>Neben der Recherche im SB wird in verschiedenen Aufgaben explizit gefordert, dass sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig Informationen verschaffen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 299 Aufgabe 2</li> <li>• S. 336 Aufgabe 4</li> </ul> <p>Eine besonders intensive Möglichkeit bietet S. 331 <b>Selbst erforscht</b> Chancen und Risiken der Kern-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die DVD-ROM enthält eine Vielzahl an Modulen, um diese Kompetenz zu üben</li> <li>• Internet und MindMap-Programme sinnvoll</li> </ul>

	<p>energie. Anleitung finden die Schülerinnen und Schüler z.B. in <b>Method</b> S. 362 Internetrecherche.</p>	
<p>wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.</p>	<p>Neben dem SB als Quelle dienen hier v.a. Internetquellen als Grundlage. Die Einordnung, Bewertung und Verarbeitung dieser Informationen wird im Unterricht ständig – ohne explizite Nennung – gefordert und eingeübt. Auf der Website zum Buch (Zugriff über Mediencodes auf DVD-ROM oder direkt über <a href="http://www.cornelsen.de/fokus_physik">www.cornelsen.de/fokus_physik</a> befinden sich ständig aktualisierte und kommentierte Linklisten passend zu den Lehrbuchthemen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textarbeit/Textproduktion als Methode naturwissenschaftlichen Arbeitens</li> <li>• Wechsel der Darstellungsebenen sinnvoll und möglich</li> <li>• Referate</li> </ul>
<p>stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.</p>	<p>Viele Anknüpfungspunkte im SB sind bereits genannt – siehe erste/zweite und vierte Zeile dieser Tabelle.  Hier geht es v.a. um Experimente in größeren Zusammenhängen – von der Hypothesenbildung über die Planung/Durchführung bis zur Auswertung. Im SB findet sich z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 416 <b>Method</b> Von der Fragestellung über das Experiment zur Formel</li> <li>• S. 280 f. <b>Selbst erforscht</b> Generatoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufig angewandtes Prinzip in Experimenten, hier jedoch im größeren Zusammenhang gefordert</li> <li>• Lerntagebuch bei Schülerpraktika, Lernen an außerschulischen Lernorten (z.B. Schülerlabortage) oder Projekttag sind gute Möglichkeiten hierzu</li> <li>• Wettbewerbe</li> <li>• Workshops</li> </ul>
<p>interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.</p>	<p>Wird z.B. explizit im SB gefordert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 267 <b>Method</b> Herleiten von Neuem aus Bekanntem</li> <li>• S. 319 <b>Method</b> Arbeiten mit der Nuklidkarte</li> </ul> <p>Das gesamte Kapitel ENERGIEVERSORGUNG VON MORGEN bietet vielfältige Gelegenheiten (auch in kleinen Einheiten) diese Kompetenz zu vertiefen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Häufig bei Auswertungen von Experimenten gefordert</li> </ul>
<p>stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab.</p>	<p>Im SB z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 344 f. <b>Physik erlebt</b> Anwendungen der Kernstrahlung in der Medizin</li> <li>• S. 288 <b>Aus der Umwelt</b> Energieverluste beim Standby – Selbstinduktion beim Transformator</li> <li>• S. 308 <b>Einstieg</b> Zerfall von Atomkernen – Radioaktivität</li> <li>• In zahlreichen Aufgaben am Kapitelende <b>Alles klar?</b> und <b>Check-up</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip</li> <li>• implizit bei allen Aufgaben</li> </ul>
<p>beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter</p>	<p>Im SB z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 304 ff. Möglichkeit zur Textarbeit</li> <li>• S. 331 <b>Selbst erforscht</b></li> <li>• Grundlagentexte, Zusammenfassungen <b>Auf ei-</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgängiges Prinzip</li> <li>• implizit bei allen Aufgaben</li> </ul>

Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.	<p><b>nen Blick</b>, Aufgabenstellungen fördern den bewussten Umgang mit der Fachsprache</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in zahlreichen Aufgaben am Kapitelende <b>Alles klar?</b> und <b>Check-up</b> wird das Anwenden der Fachsprache gefordert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• besonders geeignete Texte in Band 9 – Wechsel der Darstellungsebenen</li> </ul>
--	--	--

## Kompetenzbereich Kommunikation

### Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.	<p>Anlässe hierzu bieten sich im SB:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsseiten (z.B. S. 52)</li> <li>• <b>Probier's mal!</b> (z.B. S. 161)</li> <li>• <b>Experimente</b> (Lernen an Stationen) (z.B. S. 82 f., S. 141)</li> <li>• Bei der Diskussion über interessante physikalische Phänomene, z.B. <b>Grundlagen</b> (z.B. S. 45) oder <b>Physik erlebt</b> (z.B. S. 176)</li> <li>• DVD-ROM Angebote</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> als kooperative Projektangebote (z.B. S. 183, S. 234)</li> <li>• Anwendungen in Aufgaben der <b>Check-up</b>- oder <b>Alles-klar?</b>-Seiten (z.B. S. 156)</li> <li>• <b>Methoden</b> enthalten vielfältig Hilfen oder Anleitungen (z.B. S. 105, S. 115 f.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hängt von der Unterrichtsform ab</li> <li>• alle Experimente und Aufgaben können in Gruppenarbeit, an Stationen usw. bearbeitet werden</li> <li>• alle Ergebnisse von Experimenten und Lösungen von Aufgaben können präsentiert werden</li> <li>• bei allen Experimenten möglich; hängt von Unterrichtsform ab</li> <li>• Rollenspiele oder Fishbowl-Diskussionen</li> <li>• Referate</li> <li>• Podcast-Produktionen usw.</li> </ul>
kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.		
planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.		
beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische oder naturwissenschaftlichen Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen		
dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien.	<p>Es können z.B. <b>Grundlagen</b> oder <b>Physik erlebt</b> erarbeitet und präsentiert werden oder Projektergebnisse der <b>Selbst-erforscht</b>-Seiten können vorgetragen und diskutiert werden. Die Lösungen der Aufgaben in <b>Check-up</b> oder <b>Alles klar?</b> müssen dokumentiert werden, sie können auch vorgetragen und diskutiert werden.</p> <p>Z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt <b>Selbst erforscht</b> S. 183/S. 234</li> <li>• <b>Grundlagen</b> S. 45</li> <li>• <b>Physik erlebt</b> S. 58 ff.</li> <li>• <b>Check-up</b> bzw. <b>Alles klar?</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neben Experimenten können CD/DVD-Module präsentiert werden,</li> <li>• insbesondere können Schülerinnen und Schüler Simulationen und Interaktive Bildschirm Experimente IBEs vorführen und erläutern</li> <li>• Ergebnisse von Textarbeiten</li> <li>• Referate</li> <li>• Aufgabenlösungen sind immer zu dokumentieren und ggf. vorzutragen</li> </ul>
veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und)	<p>Das SB bietet v.a. durch die Methoden Seiten Gelegenheit diese Kompetenz aufzubauen, aber auch einige grundlegende Methoden werden im Text erörtert, z.B.:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• v.a. bei Auswertungen von Experimenten (DV/SV)</li> </ul>

<p>bildlichen Gestaltungsmitteln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Methode</b> S.41 Grafische Auswertung von Messreihen</li> <li>• S. 115 <b>Methode</b> Arbeit mit Proportionalitäten</li> <li>• S. 116 <b>Methode</b> Die grafische Auswertung von Messreihen – die Ausgleichsgerade</li> <li>• S. 151 und 155 Zeit-Weg-Diagramme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchierte Daten (s.o.)</li> </ul>
<p>beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutung Gehalt von fachsprachlichen bzw. alltags-sprachlichen Texten und von anderen Medien.</p>	<p>Anlässe bieten unterschiedliche Aufgabentypen und Informationstexte zu Anwendungen und Phänomenen. (z.B. S. 45, 48 f.)</p> <p>Auf der Website zum Buch (Zugriff über Mediencodes auf DVD-ROM oder direkt über <a href="http://www.cornelsen.de/fokus_physik">www.cornelsen.de/fokus_physik</a> befinden sich ständig aktualisierte und kommentierte Linklisten passend zu den Lehrbuchthemen.</p> <p>Im Schulbuch v.a. in den <b>Physik erlebt</b> (z.B. S. 58 ff.) oder <b>Grundlagen</b>-Texten (z.B. S. 45).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textarbeit/Textproduktion</li> <li>• Darstellungsformen</li> <li>• Eine explizite Auseinandersetzung mit dem Unterschied Fachsprache/Alltagssprache als Ursache von Fehlvorstellungen ist anzuraten, beispielsweise beim Begriff „Kraft“</li> </ul>
<p>beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise</p>	<p>Texte hierzu finden sich in <b>Einstiegstexten, Grundlagen</b> oder <b>Physik erlebt</b> und insbesondere <b>Aus der Technik</b>, zum Teil aber auch in <b>Aufgaben</b>, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 45 Glasfaserkabel <b>Grundlagen</b></li> <li>• S. 140 Mit dem Navigationsgerät unterwegs <b>Einstieg</b></li> <li>• S. 121 <b>Aufgabe 8</b></li> <li>• S. 133 Laserdrucker <b>Aus der Technik</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Technik“ und Öffnung zum Fach Technik hin, vgl. Kernlehrplan.</li> <li>• Technische Zeichnungen</li> </ul>

Jg.9

<p><b>Schülerinnen und Schüler ...</b></p>	<p><b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen auf Seite</b></p>	<p><b>Anmerkungen</b></p>
<p>tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.</p>	<p>Anlässe hierzu bieten sich im SB:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsseiten (z.B. S. 293)</li> <li>• <b>Experimente</b> (z.B. S. 385, S. 366 u.v.a.m.)</li> <li>• Bei der Diskussion über interessante physikalische Phänomene, z.B. <b>Grundlagen, Aus der Technik, Aus der Forschung, Aus der Geschichte</b> oder <b>Physik erlebt</b></li> <li>• DVD-ROM-Angebote</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> als kooperative Projektangebote (S. 331)</li> <li>• Anwendungen in Aufgaben der <b>Check-up</b> oder <b>Alles klar?</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hängt von der Unterrichtsform ab</li> <li>• alle Experimente und Aufgaben können in Gruppenarbeit, an Stationen usw. bearbeitet werden</li> <li>• alle Ergebnisse von Experimenten und Lösungen von Aufgaben können präsentiert werden</li> <li>• bei allen Experimenten möglich; hängt von Unterrichtsform ab</li> <li>• Rollenspiele oder Fish-bowl-Diskussionen</li> <li>• Referate</li> <li>• Podcast-Produktionen usw.</li> </ul>
<p>kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.</p>	<p>Es können z.B. <b>Grundlagen</b> oder <b>Physik erlebt</b> erarbeitet und präsentiert werden oder Projektergebnisse der <b>Selbsterforscht</b>-Seiten können vorgetragen und diskutiert werden. Die Lösungen der Aufgaben in <b>Check-up</b> oder <b>Alles klar?</b> müs-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neben Experimenten können DVD-Module präsentiert werden,</li> <li>• insbesondere können Schülerinnen und Schüler Simula-</li> </ul>

	<p>sen dokumentiert werden, sie können auch vorge- tragen und diskutiert werden.</p> <p>Z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt <b><i>Selbst erforscht</i></b> S. 280 oder S. 331</li> <li>• <b><i>Aus der Forschung</i></b> S. 304 ff.</li> <li>• <b><i>Physik erlebt</i></b> S. 344 f.</li> <li>• <b><i>Check-up</i></b> bzw. <b><i>Alles klar?</i></b></li> </ul>	<p>tionen und Interakti- ve Bildschirm Expe- rimente IBEs vorfüh- ren und erläutern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse von Text- arbeiten</li> <li>• Referate</li> <li>• Aufgabenlösungen sind immer zu do- kumentieren und ggf. vorzutragen</li> </ul>
<p>planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Ar- beit, auch als Team.</p>	<p>Das SB bietet v.a. durch die Methoden-Seiten Gelegen- heit diese Kompetenz aufzubauen, aber auch einige grundlegende Methoden werden im Text erörtert, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>Methode</i></b> S. 414 Von der Fragestellung über das Ex- periment zur Formel</li> <li>• <b><i>Methode</i></b> S. 267 Herleiten von Neuem aus Bekanntem Darüber hinaus die zahlreichen bereits genannten Bei- spielen, die in Gruppenarbeit erarbeitet werden kön- nen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• v.a. bei Auswertun- gen von Experimen- ten (DV/SV)</li> <li>• recherchierte Daten (s.o.)</li> </ul>
<p>beschreiben, veran- schaulichen und erklä- ren physikalische oder naturwissenschaftli- chen Sachverhalte un- ter Verwendung der Fachsprache und Me- dien, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstel- lungen</p>	<p>Anlässe bieten unterschiedliche Aufgabentypen und Informationstexte zu Anwendungen und Phä- nomenen.</p> <p>Auf der Website zum Buch (Zugriff über Medien- codes auf DVD-ROM oder direkt über <a href="http://www.cornelsen.de/fokus_physik">www.cornelsen.de/fokus_physik</a> befinden sich ständig aktualisierte und kommentierte Linklisten passend zu den Lehrbuchthemen.</p> <p>Im Schulbuch v.a. in den Texten <b><i>Grundlagen, Aus der Technik, Aus der Forschung, Aus der Ge- schichte</i></b> oder <b><i>Physik erlebt</i></b>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textar- beit/Textproduktion</li> <li>• Darstellungsformen</li> </ul>
<p>dokumentieren und präsentieren den Ver- lauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachge- recht, situationsge- recht und adressaten- bezogen auch unter Nutzung elektroni- scher Medien.</p>	<p>Texte hierzu finden sich in <b><i>Einstiegs</i></b><b><i>texten,</i></b> <b><i>Grundlagen</i></b> oder <b><i>Physik erlebt</i></b> und insbesondere <b><i>Aus der Technik</i></b>, zum Teil aber auch in <b><i>Aufgaben</i></b>.</p> <p>Der Aufbau dieser Kompetenz wird durchgängig eingeübt, ihr Aufbau erfolgt v.a. in Band 7/8.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Technik“ und Öffnung zum Fach Technik hin, vgl. Kernlehrplan.</li> <li>• Technische Zeich- nungen</li> </ul>
<p>veranschaulichen Da- ten angemessen mit sprachlichen, mathe- matischen oder (und) bildlichen Gestal- tungsmitteln.</p>	<p>Das SB bietet v.a. durch die Methoden-Seiten Ge- legenheit diese Kompetenz aufzubauen, aber auch einige grundlegende Methoden werden im Text erörtert, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>Methode</i></b> S. 414 Von der Fragestellung über das Experiment zur Formel</li> <li>• <b><i>Methode</i></b> S. 267 Herleiten von Neuem aus Be- kanntem</li> </ul> <p>Auch in Band 7/8 finden sich hierzu bereits viele Gelegenheiten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• v.a. bei Auswertun- gen von Experimen- ten (DV/SV)</li> <li>• recherchierte Daten (s.o.)</li> </ul>
<p>beschreiben und erklä- ren in strukturierter sprachlicher Darstel-</p>	<p>Anlässe bieten unterschiedliche Aufgabentypen und Informationstexte zu Anwendungen und Phä-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textar- beit/Textproduktion</li> <li>• Darstellungsformen</li> </ul>

<p>lung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltags-sprachlichen Texten und von anderen Medien.</p>	<p>nomenen. Auf der Website zum Buch (Zugriff über Medien-codes auf DVD-ROM oder direkt über <a href="http://www.cornelsen.de/fokus_physik">www.cornelsen.de/fokus_physik</a> befinden sich ständig aktualisierte und kommentierte Linklisten passend zu den Lehrbuchthemen. Im Schulbuch v.a. in den Texten <b>Grundlagen, Aus der Technik, Aus der Forschung, Aus der Geschichte</b> oder <b>Physik erlebt</b>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine explizite Auseinandersetzung mit dem Unterschied Fachsprache/Alltags-sprache als Ursache von Fehlvorstellungen ist anzuraten, beispielsweise beim Begriff „Kraft“</li> </ul>
<p>beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise</p>	<p>Texte hierzu finden sich in <b>Einstiegstexten, Grundlagen, Aus der Technik, Aus der Forschung, Aus der Geschichte</b> oder <b>Physik erlebt</b> und insbesondere <b>Aus der Technik</b>, zum Teil aber auch in <b>Aufgaben</b>, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 279 Generatoren <b>Grundlagen</b></li> <li>• S. 282 Generatoren in Kraftwerken <b>Aus der Technik</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Technik“ und Öffnung zum Fach Technik hin, vgl. Kernlehrplan.</li> <li>• Technische Zeichnungen</li> </ul>

#### Kompetenzbereich Bewertung

fachliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, beurteilen und bewerten

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
<p>beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.</p>	<p>In der JgSt. 7/8 eignen sich einige Experimente und Kontexte besonders dazu, diese Kompetenz aufzubauen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 41 <b>Methode</b> Grafische Auswertung von Messreihen bei der <b>Totalreflexion</b></li> <li>• S. 96 f. <b>Aus der Umwelt</b> Wir leben über unsere Verhältnisse</li> <li>• S. 116 <b>Methode</b> Die grafische Auswertung von Messreihen – die Ausgleichsgerade</li> <li>• S. 149 ff. Versuche rund um die gleichförmige Bewegung „mathematisches Modell real?“</li> <li>• S. 191 <b>Experimente</b> zum Flaschenzug</li> <li>• S. 208 f. <b>Methode</b> Fermiprobleme lösen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Versuchsergebnisse müssen kritisch hinterfragt werden</li> <li>• Anknüpfungen an <b>Schlüsselprobleme</b>, z.B. Energiereserven; Klimawandel</li> <li>• die kritische Auseinandersetzung mit Modellen und Ergebnissen ist fundamentaler Bestandteil der Physik und stets mit zu berücksichtigen</li> </ul>
<p>unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.</p>	<p>Diese Kompetenz wird erst in der Jahrgangsstufe 9 aufgebaut.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Ansätzen natürlich auch schon in JgSt. 7/8 möglich, aber eher mit geringerer Bedeutung</li> </ul>
<p>stellen Anwendungs-bereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.</p>	<p>Das SB bietet mit <b>Grundlagen, Physik erlebt, Aus der Technik, Selbst erforscht, Aus der Geschichte</b> und <b>Aus der Umwelt</b> zahlreiche Möglichkeiten Physik in Anwendungssituationen darzustellen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aus der Technik</b> S. 184, S. 219 oder S. 192</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> S. 183 oder S. 234 f.</li> <li>• <b>Aus der Umwelt</b> S. 96 oder S. 84</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Kernlehrplan fordert explizit das Lernen in sinnstiftenden Kontexten, diese werden als Rahmenkontexte für größere Unterrichtsreihen und als Anwendungssituationen in einzelnen Unterricht-</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Physik erlebt</b> S. 58 ff.</li> <li>• <b>Grundlagen</b> S. 180</li> <li>• <b>Aus der Geschichte</b> S. 145</li> </ul>	einheiten umgesetzt – sie beziehen auf diese Kompetenz
nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien.	<p>Im SB z.B. auf folgenden Seiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 117 Schutzmaßnahmen im Stromnetz</li> <li>• S. 134 <b>Physik erlebt</b> Wenn es blitzt und donnert</li> <li>• S. 172 <b>Aus der Technik</b> Materialprüfung</li> <li>• <b>Check-up</b> oder <b>Alles klar?</b> mit ausgewählten Aufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Unterricht gelten immer Sicherheitsvorschriften (als Regeln) insbesondere beim Experimentieren</li> </ul>
beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.	<p>Im SB z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 74 f. Energie in Zahlen</li> <li>• S. 96 <b>Aus der Technik</b> Lebenswichtige Energieströme</li> <li>• S. 96 <b>Aus der Umwelt</b> Wir leben über unsere Verhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Jahrgangsstufe 9 v.a. über Energieversorgung und Kernenergie ect. umgesetzt</li> </ul>

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.	<p>In der JgSt. 7/8 eignen sich einige Experimente und Kontexte besonders dazu, diese Kompetenz aufzubauen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 41 <b>Methode</b> Grafische Auswertung von Messreihen bei der <b>Totalreflexion</b></li> <li>• S. 96 f. <b>Aus der Umwelt</b> Wir leben über unsere Verhältnisse</li> <li>• S. 116 <b>Methode</b> Die grafische Auswertung von Messreihen – die Ausgleichsgerade</li> <li>• S. 149 ff. Versuche rund um die gleichförmige Bewegung „mathematisches Modell real?“</li> <li>• S. 191 <b>Experimente</b> zum Flaschenzug</li> <li>• S. 208 f. <b>Methode</b> Fermiprobleme lösen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Versuchsergebnisse müssen kritisch hinterfragt werden</li> <li>• Anknüpfungen an <b>Schlüsselprobleme</b>, z.B. Energiereserven; Klimawandel</li> <li>• die kritische Auseinandersetzung mit Modellen und Ergebnissen ist fundamentaler Bestandteil der Physik und stets mit zu berücksichtigen</li> </ul>
unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.	Diese Kompetenz wird erst in der Jahrgangsstufe 9 aufgebaut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Ansätzen natürlich auch schon in JgSt. 7/8 möglich, aber eher mit geringerer Bedeutung</li> </ul>
stellen Anwendungsgebiete und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.	<p>Das SB bietet mit <b>Grundlagen, Physik erlebt, Aus der Technik, Selbst erforscht, Aus der Geschichte</b> und <b>Aus der Umwelt</b> zahlreiche Möglichkeiten Physik in Anwendungssituationen darzustellen, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aus der Technik</b> S. 184, S. 219 oder S. 192</li> <li>• <b>Selbst erforscht</b> S. 183 oder S. 234 f.</li> <li>• <b>Aus der Umwelt</b> S. 96 oder S. 84</li> <li>• <b>Physik erlebt</b> S. 58 ff.</li> <li>• <b>Grundlagen</b> S. 180</li> <li>• <b>Aus der Geschichte</b> S. 145</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Kernlehrplan fordert explizit das Lernen in sinnstiftenden Kontexten, diese werden als Rahmenkontexte für größere Unterrichtsreihen und als Anwendungssituationen in einzelnen Unterrichtseinheiten umgesetzt – sie beziehen auf diese Kompetenz</li> </ul>

nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien.	Im SB z.B. auf folgenden Seiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 117 Schutzmaßnahmen im Stromnetz</li> <li>• S. 134 <b>Physik erlebt</b> Wenn es blitzt und donnert</li> <li>• S. 172 <b>Aus der Technik</b> Materialprüfung</li> <li>• <b>Check-up</b> oder <b>Alles klar?</b> mit ausgewählten Aufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Unterricht gelten immer Sicherheitsvorschriften (als Regeln) insbesondere beim Experimentieren</li> </ul>
beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.	Im SB z.B. : <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 74 f. Energie in Zahlen</li> <li>• S. 96 <b>Aus der Technik</b> Lebenswichtige Energieströme</li> <li>• S. 96 <b>Aus der Umwelt</b> Wir leben über unsere Verhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Jahrgangsstufe 9 v.a. über Energieversorgung und Kernenergie ect. umgesetzt</li> </ul>

Jg.9

<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lerngelegenheiten zum Erwerb bzw. Vertiefen der Kompetenzen auf Seite:</b>	<b>Anmerkungen</b>
beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.	In der Jahrgangsstufe 9 eignen sich einige Experimente und Kontexte besonders dazu, diese Kompetenz aufzubauen, z.B. : <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 264 f. <b>Methode</b> Eine physikalische Größe hängt von mehreren Variablen ab</li> <li>• S. 350 f. <b>Grundlagen</b></li> <li>• S. 355 <b>Grundlagen</b> Der Treibhauseffekt</li> <li>• S. 359 ff. <b>Aus der Technik, Aus der Natur</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Versuchsergebnisse müssen kritisch hinterfragt werden</li> <li>• Anknüpfungen an <b>Schlüsselprobleme</b>, z.B. Energiereserven; Klimawandel</li> <li>• die kritische Auseinandersetzung mit Modellen und Ergebnissen ist fundamentaler Bestandteil der Physik und stets mit zu berücksichtigen</li> </ul>
unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.	Die Kapitel RADIOAKTIVITÄT UND KERNENERGIE sowie ENERGIVERSORGUNG VON MORGEN eignen sich in ihrer Gesamtheit zum Aufbauen und Vertiefen dieser Kompetenz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immer wiederkehrende Kompetenz, besonders in Jahrgangsstufe 9 ausprägen</li> </ul>
stellen Anwendungsgebiete und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.	Das SB bietet mit <b>Grundlagen, Physik erlebt, Aus der Technik, Selbst erforscht, Aus der Geschichte</b> und <b>Aus der Umwelt</b> zahlreiche Möglichkeiten Physik in Anwendungssituationen darzustellen, z.B. : <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 256 f. <b>Physik erlebt</b> Vom Zitteraal zum Defibrillator</li> <li>• S. 266 <b>Aus der Geschichte</b> Die Entdeckung der Supraleitung</li> <li>• S. 339 <b>Grundlagen</b> Die fünf „A“ des Strahlenschutzes</li> <li>• S. 344 f. <b>Physik erlebt</b> Anwendung der Kernstrahlung in der Medizin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Kernlehrplan fordert explizit das Lernen in sinnstiftenden Kontexten, diese werden als Rahmenkontexte für größere Unterrichtsreihen und als Anwendungssituationen in einzelnen Unterrichtseinheiten umgesetzt.</li> </ul>

nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien.	Im SB eignet sich insbesondere die Thematik im Kapitel RADIOAKTIVITÄT UND KERNENERGIE zum Aufbau/Vertiefen dieser Kompetenz, ferner finden sich Möglichkeiten, z.B.: <ul style="list-style-type: none"><li>• S. 283 f. <b>Experimente</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• im Unterricht gelten immer Sicherheitsvorschriften (als Regeln) insbesondere beim Experimentieren</li></ul>
beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.	Im SB finden sich v.a. in den Kapiteln RADIOAKTIVITÄT UND KERNENERGIE und ENERGIEVERSORGUNG VON MORGEN zahlreiche Möglichkeiten, z.B. : <ul style="list-style-type: none"><li>• S. 339 <b>Grundlagen</b> Die fünf „A“ des Strahlenschutzes</li><li>• S. 355 <b>Grundlagen</b> Der Treibhauseffekt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Themen Energieversorgung von morgen und Kernenergie eignen sich besonders für den Aufbau dieser Kompetenz, daher erfolgt dies v.a. im Band 9</li></ul>

----- Ende Sekundarstufe I ----

## 2.1 . II Unterrichtsvorhaben - SEKUNDARSTUFE II - Oberstufe

### 2.1.1 (10/E Grundkurs)

#### Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben: Einführungsphase

<b>Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase</b>			
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Schwerpunkte	Inhaltliche	Kompetenzschwerpunkte
<p><b>1. Physik und Sport</b></p> <p><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></p> <p>Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: 42 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <p>Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>		<p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>K4 Argumentation</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>UF2 Auswahl</p>
<p><b>2. Auf dem Weg in den Welt- raum</b></p> <p><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></p> <p>Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <p>Gravitation Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>		<p>UF4 Vernetzung</p> <p>E3 Hypothesen</p> <p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><b>3. Schall</b></p> <p><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></p> <p>Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <p>Schwingungen und Wellen Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>		<p>E2 Wahrnehmung und Messung</p> <p>UF1 Wiedergabe</p> <p>K1 Dokumentation</p>
<u>Summe Einführungsphase: 80 Stunden</u>			

2.1.1 (11 u. 12/Q - Grundkurs)

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben: Qualifikationsphase 1 (11/Q1-Grundkurs)

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</b>		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Schwerpunkte	Inhaltliche Kompetenzschwerpunkte
<p><b>1. Erforschung des Photons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Photon (Wellenaspekt)</li> </ul>	<p>E2 Wahrnehmung und Messung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p><b>2. Erforschung des Elektrons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektron (Teilchenaspekt)</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>UF3 Systematisierung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><b>3. Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt)</li> <li>Quantenobjekte und ihre Eigenschaften</li> </ul>	<p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>K4 Argumentation</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><b>4. Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul>	<p>Elektrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spannung und elektrische Energie</li> <li>Induktion</li> <li>Spannungswandlung</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>UF4 Vernetzung</p> <p>E2 Wahrnehmung und Messung</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</b>		
<p>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 18 Ustd.</p>		<p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p><b>5. Wirbelströme im Alltag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Induktion</li> </ul>	<p>UF4 Vernetzung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 56 Stunden</u></p>		

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben: Qualifikationsphase 2 (12/Q2-Grundkurs)

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</b>		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Schwerpunkte	Inhaltliche Kompetenzschwerpunkte
<p><b>1. Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 13 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energiequantelung der Atomhülle</li> <li>Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E2 Wahrnehmung und Messung</p>
<p><b>2. Mensch und Strahlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kernumwandlungen</li> <li>Ionisierende Strahlung</li> <li>Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>B3 Werte und Normen</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</b>		
<p><b>3. Forschung am CERN und DESY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardmodell der Elementarteilchen</li> </ul>	<p>UF3 Systematisierung E6 Modelle</p>
<p><b>4. Navigationssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe E6 Modelle</p>
<p><b>5. Teilchenbeschleuniger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	<p>UF4 Vernetzung B1 Kriterien</p>
<p><b>6. Das heutige Weltbild</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p> <p>Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation</p>
<p><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 41 Stunden</u></p>		

2.1.1 (11 u. 12/Q - Leistungskurs)

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben: Qualifikationsphase 1 (11/Q1-Leistungskurs)

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1-Leistungskurs</b>			
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Schwerpunkte	Inhaltliche	Kompetenzschwerpunkte
<p><b>1. Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Problem der Gleichzeitigkeit</li> </ul>		<p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><b>2. Höhenstrahlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdilatation und Längenkontraktion</li> </ul>		<p>E5 Auswertung</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p><b>3. Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <p>Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativistische Massenzunahme</li> <li>• Energie-Masse-Beziehung</li> </ul>	<p>Massen-</p>	<p>UF4 Vernetzung</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p><b>4. Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</i></li> </ul>		<p>K3 Präsentation</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1-Leistungskurs</b>		
<p>Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>		
<p><b>5. Das heutige Weltbild</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>Problem der Gleichzeitigkeit</li> <li>Zeitdilatation und Längenkontraktion</li> <li>Relativistische Massenzunahme</li> <li>Energie-Masse-Beziehung</li> <li>Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</li> </ul>	<p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><b>6. Untersuchung von Elektronen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 24 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder</li> <li>Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>B1 Kriterien</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><b>7. Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet?</p> <p>Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder</li> <li>Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>UF4 Vernetzung</p> <p>E1 Probleme und Fragestellungen</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>B1 Kriterien</p> <p>B4 Möglichkeiten und</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1-Leistungskurs</b>		
		Grenzen
<p><b>8. Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromagnetische Induktion</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><b>9. Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>UF2 Auswahl</p> <p>E4 Untersuchungen und Experimente</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>B1 Kriterien</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden</u></p>		

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben: Qualifikationsphase 2 (12/Q2-Leistungskurs)

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</b>		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Schwerpunkte	Inhaltliche Kompetenzschwerpunkte
<p><b>1. Erforschung des Photons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Besteht Licht doch aus Teilchen?</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> <li>Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>Quantenphysik und klas-</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</b>		
Zeitbedarf: 10 Ustd.	sische Physik	
<p><b>2. Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Was ist Röntgenstrahlung?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><b>3. Erforschung des Elektrons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welle-Teilchen-Dualismus</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p><b>4. Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Was ist anders im Mikrokosmos?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation</li> <li>Quantenphysik und klassische Physik</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><b>5. Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atomaufbau</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><b>6. Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</b></p>	<p>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</p>	<p>UF3 Systematisierung</p> <p>E6 Modelle</p>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?</p> <p>Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ionisierende Strahlung</li> <li>Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	UF4 Vernetzung
<p><b>7. (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie funktioniert die C14-Methode?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E5 Auswertung</p>
<p><b>8. Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kernspaltung und Kernfusion</li> <li>Ionisierende Strahlung</li> </ul>	<p>B1 Kriterien</p> <p>UF4 Vernetzung</p>
<p><b>9. Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Konkretisierung des Unterrichtsvorhabens</u></li> </ul> <p>Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 11 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</li> </ul>	<p>UF3 Systematisierung</p> <p>K2 Recherche</p>
<p><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden</u></p>		

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### Basiskompetenzen - prozessbezogene Kompetenzen und konzeptbezogene Kompetenzen

Inhaltsfelder	Fachliche Kontexte	Inhaltsverzeichnis <i>Fokus Physik – Band 5/6</i>	Konzeptbezogene Kompetenzen blau: Basiskonzept Energie grün: Basiskonzept Struktur der Materie rot: Basiskonzept System violett: Basiskonzept Wechselwirkung
<b>Elektrizität</b>	<b>Elektrizität im Alltag</b>	ELEKTRIZITÄT IM ALLTAG	
<p>Sicherer Umgang mit Elektrizität</p> <p>Stromkreise</p> <p>Leiter und Isolatoren,</p> <p>UND-, ODER- und Wechselschaltung,</p> <p>Dauermagnete und Elektromagnete, Magnetfelder,</p> <p>Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern</p> <p>Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung,</p> <p>Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen</li> <li>• Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)</li> <li>• Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung</li> <li>• Messgeräte erweitern die Wahrnehmung</li> </ul>	<p><b>Einfache elektrische Stromkreise S. 8</b></p> <p>Elektrische Stromkreise S. 10</p> <p>Elektrische Quellen S. 11</p> <p>Schaltsymbole und Schaltpläne S. 11</p> <p>Wie fließt der Strom bei deinem Fahrrad? S. 14</p> <p>Der Fahrradstromkreis S. 15</p> <p><b>Elektrische Geräte im Alltag S. 16</b></p> <p><i>Methode</i> Wie führe ich Protokoll? S. 17</p> <p>Wie werden elektrische Geräte geschaltet? S. 20</p> <p>Schaltungen mit zwei Tastern S. 20</p> <p><i>Methode</i> Die Sprache der Physik – Experimentbeschreibung S. 21</p> <p><i>Selbst erforscht</i> Schalter zum Selbstbauen S. 23</p> <p><b>Sicherer Umgang mit Elektrizität S. 24</b></p> <p>Der Mensch als elektrischer Leiter S. 26</p> <p>Was der Strom alles kann S. 28</p> <p>Wirkungen des elektrischen Stroms S. 30</p> <p><b>Keine Zauberei – der Magnetismus S. 36</b></p> <p><i>Methode</i> An Lernstationen selbstständig experimentieren S. 37</p> <p>Eigenschaften von Magneten S. 40</p> <p>Nord- und Südpol eines Magneten S. 42</p> <p>Herstellung von Magneten S. 44</p> <p><i>Methode</i> Modelle – eine Vorstellung hilft beim Verstehen S. 44</p> <p>Das Magnetfeld eines Dauermagneten S. 45</p> <p>Der Elektromagnetismus S. 48</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.</li> <li>• einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.</li> <li>• beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können</li> <li>• an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden.</li> <li>• geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.</li> </ul>

		<p>Elektromagnete S. 49  <b>Physik erlebt</b> Kompass im Kopf? S. 52  <b>heck up</b> S.56</p>	
		<p>VON DER ENERGIE</p> <p><b>Energie bestimmt unseren Alltag</b>          Bewegung und Energie          Woran erkennt man Energie?  <b>Energie verschwindet nie</b>          Energie kann nicht erzeugt werden          Energie kann nicht vernichtet werden          Energie kann transportiert und gespeichert werden          Energietransport          Energiespeicherung  <b>Physik erlebt</b> Wo die elektrische Energie herkommt  <b>Energie wird entwertet</b>          Energie geht an die Umwelt verloren          Energieentwertung  <b>Selbst erforscht</b> Energiesparen und Energiemessen  <b>Check up</b> S.80</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbe- reich Speicherung, Transport und Um- wandlung von Ener- gie aufzeigen.</li> <li>• in Transportketten Energie halbquanti- tativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.</li> </ul>

2.1.2 (10/E)

**Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase zum Inhaltsfeld Mechanik**

**(Gk-10-E) 1. Kontext: Physik und Sport**

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.
- (PH1) darstellen, warum für Newton keine Apfelbaumphobie hatte.
- (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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
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).	<b>Textauszüge aus Galileis Discorsi zur Mechanik und zu den Fallgesetzen</b> Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)	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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
			Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen.
Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen (16 Ustd.)	unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzersetzung 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),	Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA</i> , <i>Tracker</i> ) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen) <b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</b> <b>Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</b> <b>Freier Fall</b> und Bewegung auf einer schiefen Ebene <b>Wurfbewegungen</b> Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel	Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation) Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung) Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung 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. Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswer-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),		tung mithilfe der Videoanalyse) Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional
Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung (12 Ustd.)	berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit,	<b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</b> <b>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</b> <b>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</b>	Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I. Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4),  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),		
Energie und Leistung  Impuls  (12 Ustd.)	erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),  analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),  verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),  beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit	Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals  Fadenpendel (Schaukel)  Sportvideos  <b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</b>  <b>Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</b>	Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen  Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit  Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen  Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung)  Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1), begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4), 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>Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)  Hinweis: Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Weltraum“</p>
<b>42 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-10-E) 2. Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (3 Ustd.)	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),	<b>Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell</b>	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 (5 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
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (6 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 Satelliten

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
			tenbahnen  Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“
Kreisbewegungen (8 Ustd.)	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),	<b>Messung der Zentripetalkraft</b>  <b>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.</b>	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,	verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulserhaltung)	Skateboards und Medizinball	Impuls und Rückstoß  Bewegung einer Rakete im

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Rückstoß (6 Ustd.)	lanzen), 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).	Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	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
<b>28 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-10-E) 3. Kontext: Schall**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Entstehung und Ausbreitung von Schall (4 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 Vakuumglocke	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen
Modelle der Wellenausbreitung	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die da-	<b>Lange Schraubenfeder, Wellenwanne</b>	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
(4 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... bei auftretenden Kräften (UF1, UF4),		Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
Erzwungene Schwingungen und Resonanz (2 Ustd.)	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

### 2.1.2 (11 u. 12/Q - Grundkurs)

#### **(Gk-11-Q1) 1. Kontext: Erforschung des Photons**

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (7 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	<b>Doppelspalt</b> und <b>Gitter, Wellenwanne</b>  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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler... mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> (E5),		sich vielfach bei Meeresswellen (s. Google-Earth)
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (7 Ustd.)	demonstrieren anhand eines <i>Experiments</i> zum <i>Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),	<b>Photoeffekt</b> 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
<b>14 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-11-Q1) 2. Kontext: *Erforschung des Elektrons***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
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 Wattausch  <b>Millikanversuch</b>  Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung)  Auch als Simulation möglich	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
Elektronenmasse  (7 Ustd.)	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,	<b>e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar</b>  auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft)  evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit)  Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	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.

	E5),		
Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (3 Ustd.)	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).	<b>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</b>	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung
<b>15 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-11-Q1) 3. Kontext: *Photonen und Elektronen als Quantenobjekte***

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Licht und Materie (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),  verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte	Computersimulation  <b>Doppelspalt</b>  <b>Photoeffekt</b>	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik

	<p>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>		
<b>5 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**GK-Q1: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Grundkurs der Qualifikationsphase 1 zum Inhaltsfeld *Elektrodynamik***

**(Gk-11-Q1) 4. 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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<b>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</b>  Elektromagnetische Induktion  Induktionsspannung  (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),  definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),  bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),  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).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld  „ <b>Leiterschaukelversuch</b> “  Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der <b>Leiterschaukel</b> )  Gedankenexperimente zur Überföhrungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird.  Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen $U$ , $v$ und $B$ .	Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele.  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.  Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeföhrt.
<b>Technisch praktikable Generatoren:</b>  Erzeugung sinusförmiger Wechselfpannungen  (4 Ustd.)	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionsserscheinungen (K2),  erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich	Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip  Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (nähe-	Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),	rungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren	
	<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>	Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit <b>Oszilloskop</b> und <b>digitalem Messwerterfassungssystem</b>	Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.
<b>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“</b>  Transformator  (5 Ustd.)	<p>erläutern adressatenbezogenen Zielsetzungen, Aufbau- und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</p> <p>ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2).</p> <p>geben Parameter von Transformator zur ge-</p>	<p>diverse „Netzteile“ von Elektrokleingeräten (mit klassischem Transformator)</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen</p> <p>Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten</p> <p>ruhende Induktionsspule in wechsel-</p>	<p>Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt).</p> <p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrer-</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	zielten 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),	stromdurchflossener Feldspule - mit <b>Messwerterfassungssystem</b> zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes	versuch erschlossen.  Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.
Energieerhaltung  Ohm'sche „Verluste“  (4 Ustd.)	verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment</i> zu <i>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	<b>Modellexperiment</b> (z.B. mit Hilfe von <i>Aufbautransformatoren</i> ) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlichen hohen Spannungen	Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...  der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),  beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).		
<b>18 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-11-Q1) 5. Kontext: Wirbelströme im Alltag**

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Lenz'sche Regel  (4 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  <b>Thomson'scher Ringversuch</b>  diverse techni-	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)

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
		sche und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.	
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**GK-Q2: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Grundkurs der Qualifikationsphase 2 zum Inhaltsfeld *Elektrodynamik***

**Inhaltsfeld: *Strahlung und Materie (GK)***

**(Gk-12-Q2) 1. Kontext: *Erforschung des Mikro- und Makrokosmos***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
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	erklären die Energie ab-	Erzeugung von Li-	Deutung der Linienspek-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
der Atomhülle (2 Ustd.)	sorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),	<b>Linienpektren</b> mit Hilfe von Gasentladungslampen	tren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen (3 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),	<b>Franck-Hertz-Versuch</b>	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)
Röntgenstrahlung (3 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 <b>Röntgenspektren</b> (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
Sternspektren und Fraunhoferlinien (3 Ustd.)	interpretieren Spektralfeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),  erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2),	<b>Flammenfärbung</b>  Darstellung des <b>Sonnenspektrums</b> mit seinen <b>Fraunhoferlinien</b>  <b>Spektralanalyse</b>	u. a. Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
	stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),		
<b>13 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-12-Q2) 2. Kontext: Mensch und Strahlung**

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,
- (PH2) anhand der Biographie der Lise Meitner die Situation speziell als Forscherin im Berliner Institut unter anderem mit Bezug zur Lösung des Toilettenproblems erläutern,
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Strahlungsarten (2 Ustd.)	unterscheiden $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -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 Bei-	Recherche  <b>Absorptionsexperimente zu <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</b>	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	träge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),		
Elementumwandlung (1 Ustd.)	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),	Nuklidkarte	
Detektoren (3 Ustd.)	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung ( <i>Geiger-Müller-Zählrohr</i> ) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),	<b>Geiger-Müller-Zählrohr</b>	An dieser Stelle können Hinweise auf Halbleiterdetektoren gegeben werden.
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe  Dosimetrie (3 Ustd.)	beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),  bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),  begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Ei-	ggf. Einsatz eines Films / eines Videos	Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.  Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffe: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>genschaften (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>		
<b>9 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-12-Q2) 3. Kontext: *Forschung am CERN und DESY***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 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  (2 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
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**GK-Q2: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Grundkurs der Qualifikationsphase 2 zum Inhaltsfeld *Relativität von Raum und Zeit***

**(Gk-12-Q2) 4. 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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>Relativität der Zeit  (5 Ustd.)</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</p>	<p><b>Experiment von Michelson und Morley</b> (Computersimulation)</p> <p><b>Lichtuhr</b> (Gedankenexperiment / Computersimulation)</p> <p><b>Myonenzerfall</b> (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>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...		
	„kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),  erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),		
<b>5 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-12-Q2) 5. Kontext: Teilchenbeschleuniger**

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...		
„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),	<b>Zyklotron</b> (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Ausdem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.
Ruhemasse und dynamische Masse  (4 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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
			Nagasaki eingesetzt werden.
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Gk-12-Q2) 6. Kontext: *Das heutige Weltbild***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
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	
<b>2 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

2.1.2 (11 u. 12/Q - Leistungskurs)

**LK-Q1: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Leistungskurs der Qualifikationsphase 1 zum Inhaltsfeld Relativitätstheorie**

**(Lk-11-Q1) 1. Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut**

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 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit Inertialsysteme Relativität der Gleichzeitigkeit (4 Ustd.)	enden mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments 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.
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-11-Q1) 2. Kontext: Höhenstrahlung**

Leitfrage: Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre 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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Zeitdilatation und relativistischer Faktor (2 Ustd., zusätzlich Exkursion)	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 $\gamma$ 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		
---------	-------	--	--

**(Lk-11-Q1) 3. Kontext: Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten**

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (4 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... 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 „Ausdem-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	Historische Aufnahme von Teilchenbahnen	Interpretation des Zusammenhangs zwischen Bindungsenergie pro Nukleon und der Kernspaltungs- bzw. Kernfusionsenergie bei den entsprechenden

	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),		Prozessen.  Es können Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.  Erzeugung und Vernichtung von Teilchen
<b>8 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-11-Q1) 4. Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Gravitation und Zeitmessung  (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler...  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) (2 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)
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-11-Q1) 5. Kontext: *Das heutige Weltbild***

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,

(PH3) deuten, warum Einstein keine Socken trug.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
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
<b>2 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**LK-Q1: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Leistungskurs der Qualifikationsphase 1 zum Inhaltsfeld *Elektrik***

**(Lk-11-Q1) 6. Kontext: *Untersuchung von Elektronen***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<b>Grundlagen:</b> Ladungstrennung, Ladungsträger (4 Ustd.)	erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),	einfache Versuche zur Reibungselektrizität – Anziehung / Abstoßung, halbquantitative Versuche mit Hilfe eines Elektrometerverstäkers: 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.
<b>Bestimmung der Elementarladung:</b> elektrische Felder, Feldlinien potentielle Energie im	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2,	Skizzen zum prinzipiellen Aufbau des Millikanversuchs, realer Versuchsaufbau oder entsprechende Medien (z. B. RCL (remote control	Die Versuchsidee „eines“ Millikanversuchs wird erarbeitet. Der Begriff des elektrischen Feldes und das Feldlinienmodell werden eingeführt.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
elektrischen Feld, Spannung Kondensator Elementarladung (10 Ustd.)	UF1), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),	laboratory), einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder im Feldlinienmodell, Plattenkondensator (homogenes E-Feld),	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 Elektrizität, 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.
<b>Bestimmung der Masse eines Elektrons:</b> magnetische Felder, Feldlinien, potentielle Energie im elektrischen Feld, Energiebewegter Ladungen	erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zur Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), treffen im Bereich Elektrizität	Fadenstrahlrohr (zunächst) zur Erarbeitung der Versuchsidee, (z.B.) Stromwaage zur Demonstration der Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld sowie zur Veranschaulichung der Definition der magnetischen Feldstärke	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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>dungsträger, Elektronenmasse (10 Ustd.)</p>	<p>Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</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>schen Feldstärke, Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentzkraft, Fadenstrahlrohr zur <math>e/m</math> - Bestimmung (das Problem der Messung der magnetischen Feldstärke wird ausgelagert.)</p>	<p>magnetischen Feldes eingeführt sowie die Veranschaulichung magnetischer Felder (inkl. Feldlinienmodell) erarbeitet.</p> <p>Definition der magnetischen Feldstärke, Definition des homogenen Magnetfeldes,</p> <p>Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, Herleitung der Formel für die Lorentzkraft,</p>
	<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 Elektrizität, 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 in-</p>		<p>Ein Verfahren zur Beschleunigung der Elektronen sowie zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeit wird erarbeitet.</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>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 <math>e/m</math>-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),</p>		

**(Lk-11-Q1) 7. Kontext: *Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen***

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 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<b>Anwendungen in Forschung und Technik:</b> Bewegung von Ladungsträgern in Feldern (12 Ustd.)	ben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Trägern in homogenen und magnetischen sowie in gekreuzten (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E3, E4, E5 UF1, UF4), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3), beschreiben qualitativ die	Hallsonde, Halleffektgerät, diverse Spulen, deren Felder vermessen werden (insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen), Elektronenstrahl-ableitkröhre visuelle Medien und Computersimulationen (ggf. RCLs) zum Massenspektrometer,	Das Problem der Messung der Stärke des magnetischen Feldes der Helmholtzspulen (e/m – Bestimmung) wird wieder aufgegriffen, Vorstellung des Aufbaus einer Hallsonde und Erarbeitung der Funktionsweise einer Hallsonde, Veranschaulichung mit dem Halleffektgerät (Silber), Kalibrierung einer Hall-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>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>Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern</p>	<p>sonde,</p> <p>Messungen mit der Hallsonde, u. a. nachträgliche Vermessung des Helmholtzspulenfeldes,</p> <p>Bestimmung der magnetischen Feldkonstante,</p> <p>Arbeits- und Funktionsweisen sowie die Verwendungszwecke diverser Elektronenröhren, Teilchenbeschleuniger und eines Massenspektrometers werden untersucht.</p>
	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik,</p>		

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),  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),		
<b>Moderne messtechnische Verfahren sowie Hilfsmittel zur Mathematisierung:</b>  Auf- und Entladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Feldes  (10 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),  erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),  entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen	diverse Kondensatoren (als Ladungs-/Energiespeicher),  Aufbaukondensatoren mit der Möglichkeit die Plattenfläche und den Plattenabstand zu variieren,  statische Voltmeter bzw. Elektrometermessverstärker,  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),	Kondensatoren werden als Ladungs-/ Energiespeicher vorgestellt (z.B. bei elektronischen Geräten wie Computern).  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.  Plausibilitätsbetrachtung zur Grundgleichung des elektrischen Feldes im Feldlinienmodell,  Ermittlung der elektrischen Feldkonstante (evtl. Messung),

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>sinnvoller ist (B4, UF2, E1), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen <math>E</math>-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>Computer oder GTR/CAS-Rechner zur Messwertverarbeitung</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>
	<p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p>		

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
	wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),		
<b>22 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-11-Q1) 8. Kontext: Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie:</b>  Induktionsvorgänge, Indukti-	entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),  wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Geset-	Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,  Bewegung eines Leiters im Magnetfeld -	Leiterschaukelversuch evtl. auch im Hinblick auf die Registrierung einer gedämpften mechanischen Schwingung auswertbar,  Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren werden nur qualitativ behandelt.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Energie des magnetischen Feldes</p> <p>(22 Ustd.)</p>	<p>Induktionsgesetz, 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 Elektrizität (K1, K3, UF3),</p> <p>treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauig-</p>	<p>Leiterschaukel, einfaches elektrodynamisches Mikrofon, Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</p> <p>quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße <math>B</math>, registrierende Messung von <math>B(t)</math> und <math>U_{\text{ind}}(t)</math>,</p> <p>„Aufbau-“ Transformatoren zur Spannungswandlung</p>	<p>Das Induktionsgesetz in seiner allgemeinen Form wird erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flächenänderung (deduktive Herleitung)</li> <li>2. Änderung der Feldgröße <math>B</math> (quantitatives Experiment)</li> </ol> <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>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	keit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),  identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße $B$ in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),		
	wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),  ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2),  bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6),  begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),	Modellversuch zu einer „Überlandleitung“ (aus CrNi-Draht) mit zwei „Transformationsstationen“, zur Untersuchung der Energieverluste bei unterschiedlichen hohen Spannungen,  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),  Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen,  diverse „Ringversuche“	Deduktive Herleitung des Terms für die Selbstinduktionsspannung einer langen Spule (ausgehend vom Induktionsgesetz), Interpretation des Vorzeichens mit Hilfe der Lenz'schen Regel  Definition der Induktivität, messtechnische Erfassung und computerbasierte Auswertung von Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen  deduktive Herleitung der im magnetischen Feld einer Spule gespeicherten magnetischen Energie

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>22 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-11-Q1) 9. Kontext: *Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung***

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 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik:</b>  Elektromagnetische Schwin-	erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),  treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten	MW-Radio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung mit der Möglichkeit, die modulierte Träger-schwingung (z.B. oszilloskopisch) zu registrieren,  einfache Resonanz-	Zur Einbindung der Inhalte in den Kontext wird zunächst ein Mittelwellenradio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung vorgestellt.  Der Schwingkreis als zentrale Funktionseinheit des MW-Radios: Es kann leicht

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>gungen im RLC-Kreis, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis (12 Ustd.)</p>	<p>(Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2), beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),</p>	<p>versuche (auch aus der Mechanik / Akustik),</p>	<p>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.  Die Analogie zu mechanischen Resonanzversuchen wird aufgezeigt.</p>
	<p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computer-gestützte grafische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p>	<p>RLC - Serienschwingkreis insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren, ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter elektromagnetischer Schwingungen</p>	<p>Die zentrale Funktionseinheit „Schwingkreis“ wird genauer untersucht. Spannungen und Ströme im RCL - Kreis werden zeitaufgelöst registriert, die Diagramme sind Grundlage für die qualitative Beschreibung der Vorgänge in Spule und Kondensator. Quantitativ wird nur die ungedämpfte Schwingung beschrieben (inkl. der Herleitung der Thomsonformel).</p>
	<p>wählen Definitionsglei-</p>		<p>Die Möglichkeiten zur ma-</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>chungen 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>thematischen Beschreibung gedämpfter Schwingungen sowie Möglichkeiten der Entdämpfung / Rückkopplung können kurz und rein qualitativ angesprochen werden.</p>
<p><b>Materiefreie Übertragung von Information und Energie:</b></p> <p>Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen,</p> <p>(16 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 <i>B</i>- bzw. <i>E</i>-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 Grundla-</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>Erinnerung an die Anregung des MW-Radioschwingkreises 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"> <li>· Induktion findet auch ohne Leiter („Induktionsschleife“) statt!</li> <li>· (Z.B.) Versuch zur Demonstration des Magnetfeldes um stromdurchflos-</li> </ul>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>ge 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>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Versuche mit dem dm-Wellen-Sender (s.o.),</p>	<p>sene Leiter, über die ein Kondensator aufgeladen wird.</p> <p>Auch im Bereich zwischen den Kondensatorplatten existiert ein magnetisches Wirbelfeld.</p>
	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, 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, UF2),</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 Geratesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</p>	<p>Beugungs-, Brechungs- und Interferenzerscheinungen zum Nachweis des Wellencharakters elektromagnetischer Wellen,</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
	UF1, UF2), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).	Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) – sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)	
<b>28 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**LK-Q2: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Grundkurs der Qualifikationsphase 2 zum Inhaltsfeld *Quantenphysik***

**(Lk-12-G2) 1. Kontext: *Erforschung des Photons***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
Lichtelektrischer Effekt	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deu-	Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch ge-	Qualitative Demonstration des Photoeffekts

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
(1 Ustd.)	<p>tung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6)</p> <p>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),</p>	<p>(schmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampf-Lampe (ohne und mit UV-absorbierender Glasscheibe)</p>	
<p>Teilcheneigenschaften von Photonen</p> <p>Planck'sches Wirkungsquantum</p> <p>(7 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</p>	<p>1. Versuch zur h-Bestimmung: Gegenstrommethode (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>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
	Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),  ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),		
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 2. Kontext: Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Röntgenröhre  Röntgenspektrum  (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler...  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. <a href="http://www.mackspace.de/unterricht/simulation-">http://www.mackspace.de/unterricht/simulation-</a>	Die Behandlung der Röntgenstrahlung erscheint an dieser Stelle als „Einschub“ in die Reihe zur Quantenphysik sinnvoll, obwohl sie auch zu anderen Sachverhalten reichen Querverbindungen hat und dort durchgeführt werden könnte (z.B. „Physik der Atomhülle“)  Zu diesem Zeitpunkt müssen kurze Sachinformationen zum Aufbau der Atom-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
		<a href="http://www.uni-due.de/physik/ap/ia-be/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html">nen_physik/quantenphysik/sv/_roentgen.php</a> oder <a href="http://www.uni-due.de/physik/ap/ia-be/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html">http://www.uni-due.de/physik/ap/ia-be/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html</a>	hülle und den Energiezuständen der Hüllelektronen gegeben (recherchiert) werden.  Das IBE sollte für die häusliche Arbeit genutzt werden.
Bragg'sche Reflexionsbedingung  (2 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
Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode  Strukturanalyse nach Debye-Scherrer  (2 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 Formu-	Schülerreferate mit Präsentationen anhand Literatur- und Internetrecherchen  Ggf. Exkursion zum Röntgenmuseum in Lennep  Ggf. Exkursion zur radiolo-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
		lierungen)	gischen Abteilung des Krankenhauses (die aber auch in Rahmen der Kernphysik (s. dort: „Biologische Wirkung ionisierender Strahlung“) durchgeführt werden kann)
<b>9 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

### **(Lk-12-Q2) 3. Kontext: Erforschung des Elektrons**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
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 mithilfe RCL (Uni Kaiserslautern: <a href="http://rcl-mu-nich.informatik.unibw-muenchen.de/">http://rcl-mu-nich.informatik.unibw-muenchen.de/</a> )	Hinweise auf erlaubte nichtrelativistische Betrachtung (bei der verwendeten Elektronenbeugungsröhre der Schule)
Streuung und Beugung von Elektronen  Die Broglie-Hypothese	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3,	Quantitative Messung mit der Elektronenbeugungsröhre	Herausstellen der Bedeutung der Bragg'schen Reflexionsbedingung für (Röntgen-) Photonen wie für Elektronen mit Blick auf den Wellenaspekt von

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
(4 Ustd.)	K2),  erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),		Quantenobjekten  Dabei Betonung der herausragenden Bedeutung der de Broglie-Gleichung für die quantitative Beschreibung der (lichtschnellen und nicht lichtschneller) Quantenobjekte
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 4. Kontext: Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
linearer Potentialtopf  Energiewerte im linearen Potentialtopf  (4 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 DGL mit derjenigen der (zeitunabhängigen) Schrödinger-DGL strukturell übereinstimmt.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
			Ein Ausblick auf die Schrödinger-Gleichung genügt.
Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit  (4 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	
Heisen-	erläutern die Aussagen		Die Heisenberg'sche Un-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
berg'sche Unschärferelation (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),  bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).		schärferelation kann (aus fachlicher Sicht) plausibel gemacht werden aufgrund des sich aus der Interferenzbedingung ergebenden Querimpulses eines Quantenobjekts, wenn dieses einen Spalt passiert.
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**LK-Q2: Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben im Grundkurs der Qualifikationsphase 2 zum Inhaltsfeld Atom-, Kern- und Quantenphysik**

**(Lk-12-Q2) 5. Kontext: Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<b>Atomaufbau:</b> Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),	Recherche in Literatur und Internet	Diverse Atommodelle (Antike bis Anfang 20. Jhd.)
		Rutherford'scher Streuversuch	Per Arbeitsblatt oder Applet (z.B. <a href="http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/ru">http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/ru</a> )

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
			therford.html)
Energiequantelung der Hüll-elektronen  (3 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  (3 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
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 6. Kontext: Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<b>Ionisierende Strahlung:</b>	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleitertelektroskop als experimentelle Nachweismöglichkeiten	Geiger-Müller-Zählrohr, Arbeitsblatt Nebelkammer	Ggf. Schülermessungen mit Zählrohren (Alltagsgegenstände, Nulleffekt, Präpa-

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Detektoren  (3 Ustd.)	für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),		rate etc.)  Demonstration der Nebelkammer, ggf. Schülerbausatz  Material zu Halbleiterdetektoren
Strahlungsarten  (5 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 $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlung  Ablenkung von $\beta$ -Strahlen im Magnetfeld  Literatur (zur Röntgen-, Neutronen- und Schwerionenstrahlung)	Ggf. Absorption und Ablenkung in Schülerexperimenten
Dosimetrie  (2 Ustd.)	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutende Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und	Video zur Dosimetrie  Auswertung von Berichten über Unfälle	

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler... Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),	im kerntechnischen Bereich	
Bildgebende Verfahren (4 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
<b>14 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 7. Kontext: (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen**

Leitfrage: Wie funktioniert die C14-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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>Radioaktiver Zerfall:</b>  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
Zerfallsprozesse (7 Ustd.)	identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),	Elektronische Nuklidkarte	Umgang mit einer Nuklidkarte

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler... entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),	Radon-Messung im Schulkeller (Zentralabitur 2008)	Siehe <a href="http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html">http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html</a> Ggf. Auswertung mit Tabellenkalkulation durch Schüler
	nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),	Tabellenkalkulation	Linearisierung, Quotientenmethode, Halbwertszeitabschätzung, ggf. logarithmische Auftragung
	leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),	Ggf. CAS	Ansatz analog zur quantitativen Beschreibung von Kondensatorentladungen
Altersbestimmung (2 Ustd.)	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),	Arbeitsblatt	Ggf. Uran-Blei-Datierung
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 8. Kontext: *Energiegewinnung durch nukleare Prozesse***

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>Kernspaltung und Kernfusion:</b>	bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinn-	Video zu Kernwaffenexplosion	Z.B. YouTube

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Die Schülerinnen und Schüler...			
Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie (2 Ustd.)	nung von Energie (B1), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),		
Kettenreaktion (2 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),	Diagramm $B/A$ gegen $A$ , Tabellenwerk, ggf. Applet	Z.B. <a href="http://www.leifiphysik.de">http://www.leifiphysik.de</a>
	hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).	Recherche in Literatur und Internet  Schülerdiskussion, ggf. Fish Bowl, Amerikanische Debatte, Pro-Kontra-Diskussion	Siehe:  <a href="http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm">http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm</a>
<b>9 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**(Lk-12-Q2) 9. Kontext: Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen**

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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Kernbausteine und Elementarteilchen  (4 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:  <a href="http://project-physics-teaching.web.cern.ch/project-physics-teaching/german/">http://project-physics-teaching.web.cern.ch/project-physics-teaching/german/</a>  Ggf. Schülerreferate
Kernkräfte  Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen  (4 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 (den SuS bekannt aus Elementen der Quantenphysik) für die Möglichkeit des kurzzeitigen Entstehens von Austauschteilchen ist herauszustellen.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...)</p> <p>(3 Ustd.)</p>	<p>recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),</p>	<p>Literatur und Recherche im Internet „CERN-Rap“: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=7VshT-oyoGl8">http://www.youtube.com/watch?v=7VshT-oyoGl8</a></p>	<p>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, ...)</p> <p>Der CERN-Rap gibt eine für Schülerinnen und Schüler motivierend dargestellte Übersicht über die aktuelle Forschung im Bereich der Elementarteilchenphysik</p>
<b>11 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## 2.2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

**Hinweis:** Es gibt Bereiche, wie z.B. *Forschung am CERN und DESY*, da 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/> und <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/> und <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/>

An dieser Stelle sei grundsätzlich verwiesen auf das Experiment als wesentliche Methode zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und auf:

- die umfangreichen und verbindlichen Vorgaben des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes NRW  
[http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene\\_download/gymnasium\\_g8/gym8\\_physik.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf)  
[http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SII/ph/GOSt\\_Physik\\_Endfassung.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/GOSt_Physik_Endfassung.pdf)
- und die weiter oben gemachten Überlegungen im Rahmen der ersten beiden Kapitel:  
1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit und 2. Entscheidungen zum Unterricht.

Die Fachschaft Physik berücksichtigt die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze unter Berücksichtigung des Schulprogramms. Die Grundsätze haben sowohl fächerübergreifende (siehe Qualitätsanalyse), als auch fachspezifische Aspekte.

Überfachliche Grundsätze:

- Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lernenden.

- Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- Medien und Arbeitsmittel sind schülerorientiert gewählt.
- Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen. Dies wird explizit während der kooperativen Phasen im Rahmen des SEVO erreicht.
- Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner. Eine freie Themenwahl, eventuell eingegrenzt auf die Obligatorik der Qualifikationsphase, für die schriftliche Arbeit und für die kooperative Präsentation im Rahmen des SEVO unterstützt dieses Ziel in besonderem Maße.
- Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt. Vor allem durch die Strukturierung im Rahmen des SEVO wird dieser Grundsatz erreicht.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen, wie sie im SEVO angelegt sind.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet und der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

#### Fachliche Grundsätze:

##### Der Unterricht

- orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
  - ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
  - ist auf die Lernenden ausgelegt und insbesondere handlungsorientiert.
  - ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
  - fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von physikalisch-naturwissenschaftlichen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
  - folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Kontexten, Problemen und Fragestellungen zu erkennen.
  - bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
  - ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lernenden transparent.
  - bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
- 
- Im Unterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.

- Durch die Phasierung des Unterrichtes im Rahmen des SEVO kann der individuellen Förderung der Lernenden in besonderem Maße Raum gegeben werden. Beim gemeinsamen Lernen werden verbindliche Fach- und Sachkompetenzen effektiv vermittelt, beim kooperativen Lernen erfolgt eine Konzentration auf soziale und methodische Kompetenzen und beim individuellen Lernen werden zusätzliche Wissensstände erworben und individuelle Fähigkeiten geschult.
- Außerschulische Lernorte werden nach Möglichkeit in die Unterrichtsgänge eingeplant. Bewährt haben sich dabei unter anderem:
  - in nahegelegenen Universitäten Dortmund und Bochum:
    - Besuche von Forschungseinrichtungen
    - Tage der offenen Tür
    - experimentell Praktika in Laboren
    - thematische Samstagsvorträge der Semesterreihe *saturday-morning-physics* oder *Zwischen Brötchen und Borussia*.
  - bei Klassenausflügen oder Kurfahrten:
    - Phänomenta Lüdenscheid
    - Science Museum in London
    - Deutsches Technikmuseum Berlin
    - Deutsches Museum München
    - ...

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### 2.3.1 Leistungsbewertung S I (Unter- und Mittelstufe):

Verbindliche Vorgaben dazu findet man im Kernlehrplan NRW Physik S I im Kapitel 5 (Seite 38/39). Dort findet man z.B. folgende zum Teil neue Hinweise zu Unterrichtsbeiträgen und zur Benotung:

„Im Sinne der Orientierung an Standards sind grundsätzlich alle in Kapitel 3 des Lehrplans ausgewiesenen Bereiche der prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen. Die Entwicklung von prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen lässt sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen. Dabei ist zu beachten, dass Ansätze und Aussagen, die auf nicht ausgereiften Konzepten beruhen, durchaus konstruktive Elemente in Lernprozessen sein können. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie in der Regel einen längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag einer einzelnen Schülerin, eines einzelnen Schülers bzw. einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern darstellen.

Zu solchen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen
- von Zusammenhängen und Bewerten von Ergebnissen
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, auch in mathematisch-symbolischer Form
- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Erstellen von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Protokolle, Präsentationen, Lernplakate, Modelle
- Erstellung und Präsentation von Referaten
- Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit
- kurze schriftliche Überprüfungen. (Bewertungsschema siehe unten, Tabelle zur S II)

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden. Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht festgestellten Leistungen ein. Die Ergebnisse schriftlichen Überprüfungen dürfen keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung haben.“

( [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene\\_download/gymnasium\\_g8/gym8\\_physik.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf) )

An dieser Stelle seien trotzdem noch einmal folgende Festlegungen der Fachkonferenz zum Bereich „sonstige Mitarbeit“ und „Hausaufgaben“ erwähnt:

Eine Dauerhausaufgabe der Schülerinnen und Schüler ist es im Fach Physik, den Verlauf, die Erkenntnisse und verwendeten Methoden der letzten Unterrichtsstunde angemessen darstellen zu können.

Dies ist den Schülerinnen und Schüler im Rahmen der obligatorischen Information über Inhalte und Bewertungskriterien am Anfang des Schuljahres mitzuteilen und muss dann nicht mehr unbedingt jedes Mal im Klassenbuch vermerkt werden.

Diese Dauerhausaufgabe soll im Regelfall auch jede Unterrichtsstunde eingefordert werden, da sie sonst für den weiteren Unterrichtsgang nicht zur Verfügung steht und von den Schülerinnen und Schülern nicht ernst genommen wird.

Im Sinne von Transparenz und Gerechtigkeit wäre es empfehlenswert, wenn es für alle Fächer gleichmäßige beziehungsweise vergleichbare Beurteilungsstandards gäbe.

### 2.3.2 Leistungsbewertung S II (Oberstufe) :

Verbindliche Vorgaben und Überprüfungsformen dazu findet man im Kernlehrplan NRW Physik S II im Kapitel 3 (Seite 48ff.).

( [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SII/ph/GOSt\\_Physik\\_Endfassung.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/GOSt_Physik_Endfassung.pdf) )

Dazu ergänzend eine Auflistung der Fachkonferenzbeschlüsse (ab 2010) zur Erneuerung und Anpassung der Beschlüsse zu den Grundsätzen der Leistungsbewertung.

- Die Form zur Bewertung der SoMi (sonstigen Mitarbeit) gilt sowohl für die Sekundarstufe I (Ausführungen siehe oben) wie auch für die Sekundarstufe II.
- Schriftliche Übungen fließen gemäß den rechtlichen Vorgaben als punktuelle Leistungen mit in die SoMi ein.
- Folgendes soll auf der Homepage veröffentlicht bleiben: **Erwartungen für eine erfolgreiche Mitarbeit / Grundlagen der Bewertung** - Natürlich wird ein grundlegendes Interesse an der Physik und der physikalischen Erkenntnisgewinnung erwartet. Dies zeigt sich in dem Bereich der "sonstigen Mitarbeit". Dazu zählen insbesondere: die Vorbereitung auf eine Zusammenfassung der Inhalte und Erkenntnisse zum Stundeneinstieg, eine aktive Beteiligung an Experimenten und dem Unterrichtsgespräch, das Aufbereiten von experimentellen Daten, die zuverlässige Erledigung von Arbeitsaufträgen und Hausaufgaben, Bearbeitung von Arbeitsblättern, Erstellen und Vortragen von Referaten, ... Wird Physik als Klausurfach gewählt, so fließt die Note für die sonstige Mitarbeit mit zwei Anteilen und jede Klausur mit einem Anteil in die Halbjahresnote ein.
- Es gelten die Vorgaben der Richtlinien und Lehrpläne und der APO-GOSt für Q1 und Q2. Es gehen die schriftlichen Leistungen im Verhältnis zur sonstigen Mitarbeit mit etwa 1:1 in die Endnote ein.
- In Jahrgang 10(E) wird jeweils nur eine Klausur pro Halbjahr geschrieben. Daher geht hier schriftliche Leistung im Verhältnis zur sonstigen Mitarbeit mit etwa 1:2 in die Endnote ein.
- Klausurlängen sind im Rahmen der allgemeinen Vorgaben variabel. Eine Absprache der in einem Jahrgang unterrichtenden Kollegen ist unbedingt erforderlich.

- Bei einer schriftlichen Arbeit soll etwa die Hälfte der Punkte (50%) der zu behandelnden Aufgaben beziehungsweise Fragen im Anforderungsbereich I liegen. Der Anforderungsbereich III sollte 10%-15% ausmachen.
- Die schriftlichen Noten für die Sekundarstufe II werden unter Verwendung einer Hilfspunktarithmetik begründet. Die Fachschaft hält sich an die nicht starre Empfehlung der Lehrpläne und Richtlinien, mit etwa 45% ein „ausreichend“ zu erteilen und die Notenstufen davon ausgehend nach oben und nach unten linear einzuteilen. Daher beschließt die Fachschaft zur Vereinheitlichung, sich an der folgenden Tabelle mit den Prozentgrenzwerten des Lösungs- und Bearbeitungsgrades zur Notenabstufung zu orientieren:

	SI	E		Q
<b>ungenügend 6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>ungenügend 6 0</b>	<b>0</b>
<b>mangelhaft 5</b>	<b>25,0</b>	<b>22,5</b>	- 5- 1	<b>20,0</b>
			<b>mangelhaft 5 2</b>	<b>26,25</b>
			+ 5+ 3	<b>32,5</b>
<b>ausreichend 4</b>	<b>50,0</b>	<b>45,0</b>	- 4- 4	<b>38,75</b>
			<b>ausreichend 4 5</b>	<b>45,0</b>
			+ 4+ 6	<b>50,0</b>
<b>befriedigend 3</b>	<b>65,0</b>	<b>60,0</b>	- 3- 7	<b>55,0</b>
			<b>befriedigend 3 8</b>	<b>60,0</b>
			+ 3+ 9	<b>65,0</b>
<b>gut 2</b>	<b>80,0</b>	<b>74,0</b>	- 2- 10	<b>70,0</b>
			<b>gut 2 11</b>	<b>75,0</b>
			+ 2+ 12	<b>80,0</b>
<b>sehr gut 1</b>	<b>90,0</b>	<b>87,0</b>	- 1- 13	<b>85,0</b>
			<b>sehr gut 1 14</b>	<b>90,0</b>
			+ 1+ 15	<b>95,0</b>

- Bei schriftlichen Übungen sollten sinnvolle Einschnitte zur Trennung der Noten gesetzt werden. Üblicherweise sollte man sich an den Grenzen, wie in obiger Tabelle, orientieren.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Nach den jahrelangen guten Erfahrungen mit dem motivierenden, interessanten und kontextorientierten Lehrwerk „Physik für Gymnasien“ (Cornelsen) und nach Sichtung der Neuerscheinungen hat sich die Fachschaft Physik zur Einführung der folgenden Lehrwerke entschieden:

- Jahrgang: Fokus Physik Gymnasium 5/6, Cornelsen, Berlin, 2008, ISBN 978-3-06-014322-1
- Jahrgang: Fokus Physik Gymnasium 7/8, Cornelsen, Berlin, 2009, ISBN 978-3-06-012960-7
- Jahrgang: Fokus Physik Gymnasium 9, Cornelsen, Berlin, 2009, ISBN 978-3-06-012961-4
  
- Physik Oberstufe Einführungsphase NRW, Cornelsen, Berlin, 2010, ISBN 978-3-06-013006-1
  
- Physik Oberstufe Gesamtband NRW, Cornelsen, Berlin, 2010, ISBN 978-3-06-01303

Für die Oberstufenjahrgänge bleibt es bei der Möglichkeit auch folgende weitere Lehrwerke punktuell einzusetzen:

- Jahrgang: Fokus Physik Gymnasium 9, Cornelsen, Berlin, 2009, ISBN 978-3-06-012961-4
- Fokus Physik, Oberstufe Einführungsphase NRW, Cornelsen, Berlin, 2010, ISBN 978-3-06-012966-9
- Metzler Physik Gesamtband, 3.Auflage, Schroedel-Verlag, Braunschweig, 1998, ISBN 3-507-10700-7
- Kuhn Physik 2, 1.Auflage, Westermann, Braunschweig, 2002, ISBN3-14-152141-7

### **3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen**

Eine gezielte und konkrete fächerverbindende oder fächerübergreifende verbindliche Kooperation des Faches Physik mit anderen Fächern ist zurzeit nicht verbindlich verabredet.

Im Bereich NaWi werden derzeit einige Dinge (5 integrativ /6 kooperativ) erprobt.

Zwar werden die Inhalte und Methoden der Physik vielfältig in anderen Fächern genutzt, wie z.B. Mathematik, Informatik, Chemie, Biologie und Geographie, aber die sehr unterschiedlichen zeitlichen Abfolgen, in denen entsprechende Themen gemäß den aktuellen Kernlehrplänen behandelt werden, erschweren konkrete Kooperationen und weitere denkbare beziehungsweise wünschenswerte Synergieeffekte.

Zu konkreten fächerübergreifenden Inhalten und Vorgaben siehe weiter oben.

### **4. Qualitätssicherung und Evaluation**

Durch parallele Klausuren in den Grundkursen, durch den intensiven Austausch von Unterrichtsmaterial und Aufgabenstellungen von Klausuren im interkollegialen Gespräch oder bei Fachdienstbesprechungen und eine regelmäßige Erörterung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen und erreichten Kompetenzen bzw. behandelten Inhalten auf der letzten Fachkonferenz eines Schuljahres wird ein hohes Maß an fachlicher Qualitätssicherung erreicht. Der Fachvorsitzende ist durch die Schulleitung außerdem beauftragt, sich von jedem Unterrichtenden im Laufe eines Schuljahres eine Klausur und/oder eine Klassenarbeit aus der Sek II zusammen mit dem Erwartungshorizont und dem Bewertungsbogen vorlegen zu lassen, um so die Einhaltung der verbindlichen Absprachen sicher zu stellen.

## 5. Übersicht über regelmäßige Beiträge zur Qualitätssicherung

Im ersten Halbjahr des Schuljahres wird im Fach Physik in jeder Klasse und jedem Kurs zur Qualitätssicherung eine schriftliche Befragung der Schülerinnen und Schüler mittels eines Feedbackbogens durchgeführt. Die dazugehörige Auswertung und die Ergebnisse werden der Unterrichtsgruppe transparent gemacht.

In der kleinen kooperativen Fachgruppe gibt es regelmäßige Anlässe zum Austausch, auch bezüglich der Methoden, Inhalte und Experimente und nicht nur in Dienstgesprächen.

In der Regel gibt es in jedem Halbjahr eine Fachkonferenz, bei der die Ideen und mögliche Veränderungen mit Elternvertretern und Schülervertretern diskutiert und abgestimmt werden.

Bei den alternativen Leistungsformaten im Rahmen des SEVO sollen vor allem bei der individuellen Facharbeit und der kooperativen Projektarbeit physikalische Experimente und deren Auswertung im Mittelpunkt stehen, um der Plagiats-Problematik vorzubeugen.



- **Qualitätsanalyse (QA)** [Die Hilde aus der Sicht anderer](#)

Vom 05. bis 08. März 2012 wurde die Qualitätsanalyse an der Hildegardis-Schule durchgeführt. In 18 von 28 bewerteten Qualitätsaspekten erzielte die Schule die höchste Qualitätsstufe, in 9 Bereichen die zweithöchste. Lediglich mit Blick auf das Schulgebäude besteht Entwicklungsbedarf – ein Impuls, der durch die geplante Renovierung und Erweiterung der Schule bereits aufgegriffen worden ist. Damit erzielte die Hildegardis-Schule ein Resultat, das nur von wenigen Schulen im Land erreicht wurde.

„Das Schulleben und die Schulkultur der Hildegardis-Schule werden durch ein hohes Engagement aller Teilgruppen der Schulgemeinde bei der Gestaltung der Bildungs- und Erziehungsarbeit und durch eine umfassende, wechselseitige Unterstützungskultur im Sinne des katholischen Profils geprägt. Vor diesem Hintergrund werden die personalen wie Schlüsselkompetenzen der Schülerinnen und Schüler sowohl im unterrichtlichen wie auch im außerunterrichtlichen Bildungs- und Erziehungsprozess systematisch und nachhaltig gefördert. Nach Einschätzung des Qualitätsteams aber auch in ausnahmsloser Bestätigung aller Interviewpartner herrscht an der Hildegardis-Schule ein ausgeprägt positives pädagogisches Klima gegenseitigen Vertrauens, das die Schule zu einem vorbildlichen Lern- und Lebensraum werden lässt.“

„Ein an christlichen Werten orientierter Grundkonsens in Bezug auf das pädagogische Handeln“

„Übergreifende Förderung der personalen – und Schlüsselkompetenzen der Schülerinnen und Schüler“

scivias

