

# **Schulinterner Lehrplan des Fachs Physik in der Oberstufe der Hans-Ehrenberg-Schule**

## **Inhaltsverzeichnis**

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....	2
Die Fachgruppe Physik in der Hans-Ehrenberg-Schule.....	2
2 Entscheidungen zum Unterricht .....	3
2.1 Unterrichtsvorhaben .....	3
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben .....	4
2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben.....	13
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe .....	80
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....	82
2.4 Lehr- und Lernmittel .....	84
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen .....	85
4 Qualitätssicherung und Evaluation .....	86

# **1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit**

## **Die Fachgruppe Physik in der Hans-Ehrenberg-Schule**

Die Hans-Ehrenberg-Schule befindet sich in Bielefeld im Stadtteil Sennestadt. Zurzeit unterrichten ca. 70 Lehrerinnen und Lehrer 1000 Schülerinnen und Schüler, die vorwiegend aus Sennestadt, Senne und Schloss-Holte stammen. Insgesamt ist die Schülerschaft in ihrer Zusammensetzung eher heterogen.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen bieten wir den Schülerinnen und Schülern der Einführungsphase an am Projekt BINGO teilzunehmen. Dieses Projekt ermöglicht den Schülerinnen und Schülern einen Tag lang einen Einblick in einen Ingenieursberuf bei der Firma Hanning und Kahl zu erhalten.

Die Einführung von stufen- und fachbezogenen Lehrerteams hat die Abstimmung in Unterrichtsfragen wesentlich verbessert. Fachteams erarbeiten gemeinsam Materialien für die Fächer auf Stufenebene. Der Unterricht wird – soweit möglich – auf der Stufenebene parallelisiert. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Insbesondere in Doppelstunden können Experimente in einer einzigen Unterrichtseinheit gründlich vorbereitet und ausgewertet werden.

Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig Fortbildungen besucht werden. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. Als besonderes Projekt dazu besuchen die Schülerinnen und Schüler der Einführungsphase den Heidepark Soltau und werden dort Messungen mit ihren Smartphones durchführen, welche im weiteren Unterrichtsverlauf ausgewertet werden. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für die Auswertung der Messungen genutzt werden können.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 100 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit einem Grundkurs und einem Leistungskurs vertreten. Die Lehrerbesezung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick zu verschaffen über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie über die im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte ferner über die in der Fachkonferenz verabredeten verbindlichen Kontexte. 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. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während das „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz verbindlich sein soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkreter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter, es sei denn, die Verbindlichkeit bestimmter Aspekte ist dort, markiert durch Fettdruck, explizit angegeben. Insbesondere Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen die konkretisierten Unterrichtsvorhaben vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den empfohlenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit

möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

## 2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

### 2.1.1.1. Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Physik im Freizeitpark und Alltag</i></p> <p>Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: 42 Ustd</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräfte und Bewegungen</li> <li>• Energie und Impuls</li> </ul>	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>K4 Argumentation</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>UF2 Auswahl</p>
<p><i>Auf dem Weg in den Weltraum</i></p> <p>Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravitation</li> <li>• Kräfte und Bewegungen</li> <li>• Energie und Impuls</li> </ul>	<p>UF4 Vernetzung</p> <p>E3 Hypothesen</p> <p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Schall</i></p> <p>Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungen und Wellen</li> <li>• Kräfte und Bewegungen</li> <li>• Energie und Impuls</li> </ul>	<p>E2 Wahrnehmung und Messung</p> <p>UF1 Wiedergabe</p> <p>K1 Dokumentation</p>
<p>Summe Einführungsphase (EF) – GRUNDKURS: 80 Stunden</p>		

### 2.1.1.2 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1 im Grundkurs

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Navigationssysteme</i></p> <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</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><i>Teilchenbeschleuniger</i></p> <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</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p><i>Das heutige Weltbild</i></p> <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</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p><i>Den Ladungen auf der Spur</i></p> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 30 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik, Quantenobjekte</i></p>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>UF3 Systematisierung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><i>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</i></p> <p>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 18 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></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> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p>

		B1 Kriterien
<i>Wirbelströme im Alltag</i>  Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?  Zeitbedarf: 4 Ustd.	<i>Elektrodynamik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktion</li> </ul>	UF4 Vernetzung  E5 Auswertung  B1 Kriterien
Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 65 Stunden		

### 2.1.1.3 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q2 im Grundkurs

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Photons</i></p> <p>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></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><i>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</i></p> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></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><i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i></p> <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><i>Mensch und Strahlung</i></p> <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>
<p><i>Forschung am CERN und DESY</i></p> <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</p> <p>E6 Modelle</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 41 Stunden</p>		

### 2.1.1.4 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q1 im Leistungskurs

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</i></p> <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><i>Höhenstrahlung</i></p> <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><i>Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten</i></p> <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>UF4 Vernetzung</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p><i>Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation</i></p> <p>Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</li> </ul>	<p>K3 Präsentation</p>



<p><i>Das heutige Weltbild</i></p> <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><i>Untersuchung von Elektronen</i></p> <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><i>Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</i></p> <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 Grenzen</p>
<p><i>Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</i></p> <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><i>Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</i></p> <p>Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <p>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</p>	<p>UF1 Wiedergabe  UF2 Auswahl  E4 Untersuchungen und Experimente  E5 Auswertung  E6 Modelle  K3 Präsentation  B1 Kriterien  B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden</p>		

### 2.1.1.5 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase Q2 im Leistungskurs

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Photons</i></p> <p>Besteht Licht doch aus Teilchen?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</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 klassische Physik</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</i></p> <p>Was ist Röntgenstrahlung?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E6 Modelle</p>
<p><i>Erforschung des Elektrons</i></p> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p><i>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</i></p> <p>Was ist anders im Mikrokosmos?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></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><i>Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</i></p> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></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><i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</i></p> <p>Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?</p> <p>Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionisierende Strahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	<p>UF3 Systematisierung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>UF4 Vernetzung</p>
<p><i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</i></p> <p>Wie funktioniert die <sup>14</sup>C-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><i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</i></p> <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><i>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</i></p> <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>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden</p>		

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### 2.1.2.1 Einführungsphase

<b>GK Physik EF</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 42 Unterrichtsstunden):</i> <b>Physik im Freizeitpark und Alltag</b>		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
Fachwissen			
<ul style="list-style-type: none"> <li>(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</li> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen.</li> </ul>	Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>(K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Inhaltsfeld Mechanik</b> <b>1. Kontext: Physik im Freizeitpark und Alltag</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (16. Ustd.) Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Digitale Videoanalyse (mit <i>VIANA</i> und <i>LoggerPro</i>) von Bewegungen im Freizeitpark und Alltag</li> </ul>	

<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2).</li> <li>• vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzzerlegung bzw. Vektoraddition (E1).</li> <li>• 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).</li> <li>• stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. <math>t</math>-<math>s</math>- und <math>t</math>-<math>v</math>-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</li> <li>• erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5).</li> <li>• bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6).</li> </ul>	<p>(Achterbahnfahrt o. anderes Fahrzeug, Freier Fall, Sprint, Flug von Bällen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messreihe zur gleichmäßig-beschleunigten Bewegung</li> <li>• Freier Fall und Bewegung auf einer schiefen Ebene</li> <li>• Wurfbewegungen</li> <li>• Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel</li> </ul>
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung (12 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).</li> <li>• entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4).</li> <li>• reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4).</li> <li>• geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</li> <li>• Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</li> <li>• Protokolle: Funktionen und Anforderungen</li> </ul>

<p>physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1).</p>	
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt Energie und Leistung, Impuls (12 Ust.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</li> <li>• analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1).</li> <li>• verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</li> <li>• beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1).</li> <li>• begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4).</li> <li>• bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4).</li> <li>• <b>führen mit ihren Smartphones bzw. Beschleunigungssensoren Messungen im Heide Park Soltau durch und werten diese fachgemäß <u>selbstständig</u> am Computer aus.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fadenpendel (Schiffschaukel), Achterbahn (Coaster)</li> <li>• Sportvideos</li> <li>• Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</li> <li>• Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</li> <li>• <b>Messungen im Heide Park</b></li> </ul>
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt Weltbilder, Aristoteles vs. Galilei (2 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textauszüge aus Galileis <i>Discorsi</i> zur Mechanik und zu den Fallgesetzen</li> <li>• Historische Texte zu den damaligen Weltbildern</li> </ul>

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>GK Physik EF</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 28 Unterrichtsstunden):</i> <b>Auf dem Weg in den Weltraum</b>	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten</li> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen</li> <li>(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> </ul>	<p>Kommunikation</p>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<p><b>Inhaltsfeld Mechanik</b> <b>2. Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum</b></p>	<b>Experimente und Methoden</b>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (3 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7).</li> </ul>	<p>Arbeit mit dem Lehrbuch</p>	

<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (5 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).</li> <li>• 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).</li> </ul>	<p>Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen</p> <p>Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen</p>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (6 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6).</li> </ul>	<p>Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet</p>
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt Kreisbewegungen (8 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).</li> </ul>	<p>Messung der Zentralkraft</p> <p>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.</p>
<p>5. Inhaltlicher Schwerpunkt Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß (6 Ustd.)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</li> </ul>	<p>Skateboards und Medizinball</p> <p>Wasserrakete</p> <p>Raketentriebwerke für Modellraketen</p>

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).</li></ul> |  |
|---|--|

<b>GK Physik EF</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 10 Unterrichtsstunden):</i> <b>Schall</b>	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern.</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden.</li> </ul>	<b>Kommunikation</b> (K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Inhaltsfeld Mechanik</b> <b>3. Kontext: Schall</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
<b>1. Inhaltlicher Schwerpunkt</b> Entstehung und Ausbreitung von Schall (4 Ustd.)  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6).</li> </ul>	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuumglocke	
<b>2. Inhaltlicher Schwerpunkt</b> Modelle der Wellenausbreitung (4 Ustd.)  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4).</li> </ul>	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne	
<b>3. Inhaltlicher Schwerpunkt</b> Erzwungene Schwingungen und Resonanz (2 Ustd.)  Die Schülerinnen und Schüler...	Stimmgabeln	

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).</li></ul> |  |
|---|--|

## 2.1.2.2 Qualifikationsphase Q1: Grundkurs

<b>GK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 5 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Relativität von Raum und Zeit (GK)</b> <b>Kontext: Navigationssysteme</b> Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen.</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.) Relativität der Zeit  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),</li> <li>erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7),</li> <li>erläutern qualitativ den Myonenzerfalls in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1).</li> <li>erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation)</li> <li>Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation)</li> <li>Myonenzerfall (Experimentepool der Universität Wuppertal)</li> </ul>	

(K3),

- begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),
- erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5).
- bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6).

<b>GK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 6 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Relativität von Raum und Zeit (GK)</b> <b>Kontext: Teilchenbeschleuniger</b> Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	Bewertung <ul style="list-style-type: none"> <li>(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> </ul>	Kommunikation	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>		
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) „Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zyklotron (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)</li> </ul>		
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Ruhemasse und dynamische Masse  Die Schülerinnen und Schüler...	<ul style="list-style-type: none"> <li>Film / Video</li> </ul>		



<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1).</li> <li>• zeigen die Bedeutung der Beziehung <math>E=mc^2</math> für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)</li> </ul>	
---	--

<b>GK Physik Q1</b>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 5 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Relativität von Raum und Zeit (GK)</b>  <b>Kontext: Das heutige Weltbild</b>          Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?          Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz</p>
---------------------	--

Übergeordnete Kompetenzerwartungen:  
 Schülerinnen und Schüler können...

**Fachwissen**

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

**Erkenntnisgewinnung**

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

**Kommunikation**

**Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:**

**Kompetenzen**

Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  
 Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit

Die Schülerinnen und Schüler...

- diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmen-wechseln an Beispielen aus der Relativitäts-theorie (B4, E7),
- beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5).

**Experimente und Methoden**

- Lehrbuch, Film / Video

<b>GK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 14 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrik und Quantenobjekte (GK)</b> <b>Kontext: Erforschung des Elektrons – Den Ladungen auf der Spur</b> Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> <li>• (UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	Kommunikation	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.) Elementarladung  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),</li> <li>• erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwebender Wattebausch</li> <li>• Millikanversuch</li> <li>• Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung)</li> <li>• Auch als Simulation möglich</li> </ul>	

<p>grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).relativistischer Effekte (K4, UF4),</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.) Elektronenmasse</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),</li> <li>• bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),</li> <li>• modellieren Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar</li> <li>• auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentz-kraft)</li> <li>• evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit)</li> <li>• Messung der Stärke von Magnet-feldern mit der Hallsonde</li> </ul>

<b>GK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 18 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrodynamik (GK)</b> <b>Kontext: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</b> Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:		
Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> <li>• (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,</li> <li>• (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b> <p>(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</p> <p>(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</p>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.) <b>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld -</li> <li>• „Leiterschaukelversuch“</li> </ul>	

<p>Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),</li> <li>• bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeld-richtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</li> <li>• werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel)</li> <li>• Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird.</li> <li>• Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B</li> </ul>
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.) <b>Technisch praktikable Generatoren:</b> Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),</li> <li>• erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</li> <li>• erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),</li> <li>• werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</li> <li>• führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip</li> <li>• Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</li> <li>• Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</li> </ul>

<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.)  <b>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“</b>          Transformator</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</li> <li>• ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2).</li> <li>• geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4),</li> <li>• werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</li> <li>• führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator)</li> <li>• Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen</li> <li>• Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten</li> <li>• ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes</li> </ul>
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.)          Energieerhaltung          Ohm'sche „Verluste“</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),</li> <li>• bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),</li> <li>• zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen</li> </ul>

und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),

- beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).

<b>GK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 5 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrodynamik (GK)</b> <b>Kontext: Wirbelströme im Alltag</b> Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:		
Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> </ul>	<b>Bewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Lenz'sche Regel <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schülerinnen und Schüler...</li> <li>erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4),</li> <li>bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten</li> <li>Thomson'scher Ringversuch</li> <li>diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.</li> </ul>	



### 2.1.2.3 Qualifikationsphase Q2: Grundkurs

<p><b>GK Physik Q2</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 14 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Quantenobjekte (GK)</b>  <b>Kontext: Erforschung des Photons</b>                  Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?                  Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)</p>	
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können...</p>		
<p>Fachwissen</p>	<p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,</li> <li>• (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> </ul>	<p>Kommunikation</p> <p>(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>		
<p><b>Kompetenzen</b></p>	<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.)                  Beugung und Interferenz Lichtwellen-länge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen,                  Beugung, Brechung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doppelspalt und Gitter, Wellenwanne</li> <li>• quantitative Experimente mit Laserlicht</li> </ul>	

<p>Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5),</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.) Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photoeffekt</li> <li>• Hallwachsversuch</li> <li>• Vakuumphotozelle</li> </ul>

<b>GK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 8 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Quantenobjekte (GK)</b> <b>Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</b> 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		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:			
Schülerinnen und Schüler können...			
<b>Fachwissen</b> (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> <li>(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> </ul>	<b>Kommunikation</b> (K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>		
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment zur Elektronen-beugung an polykristallinem Graphit</li> </ul>		

## 2. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.)

### Licht und Materie

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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 unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3).
- zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4),
- beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).

- Computersimulation
- Doppelspalt
- Photoeffekt

<b>GK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 13 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Strahlung und Materie (GK)</b> <b>Kontext: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b> Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,</li> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> </ul>	Kommunikation	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Kern-Hülle-Modell  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Literaturrecherche, Schulbuch</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Energieniveaus der Atomhülle		<ul style="list-style-type: none"> <li>Erzeugung von <b>Linienpektren</b> mithilfe von Gasentladungslampen</li> </ul>	

<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),</li> </ul>	
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren 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),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Franck-Hertz-Versuch</b></li> </ul>
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Röntgenstrahlung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren 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),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme von <b>Röntgenspektren</b> (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)</li> </ul>
<p>5. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Sternspektren und Fraunhoferlinien</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),</li> <li>• erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2),</li> <li>• stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammenfärbung</li> <li>• Darstellung des Sonnen-spektrums mit seinen Fraunhoferlinien</li> <li>• Spektralanalyse</li> </ul>

<p><b>GK Physik Q2</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 9 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Strahlung und Materie (GK)</b>  <b>Kontext: Mensch und Strahlung</b>  Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?  Inhaltliche Schwerpunkte: Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p>	
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können...</p>		
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	<p>Erkenntnisgewinnung</p>	<p>Bewertung</p> <p>(B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,</p> <p>(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>		
<p><b>Kompetenzen</b></p>	<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Strahlungsarten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),</li> <li>erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche</li> <li>Absorptionsexperimente zu <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</li> </ul>	

<p>von Absorptionsexperimenten (E4, E5),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (1. Ustd.) Elementumwandlung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuklidkarte</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Detektoren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Geiger-Müller-Zählrohr</b></li> </ul>
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe Dosimetrie</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),</li> <li>• bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),</li> <li>• begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Einsatz eines Films / eines Videos</li> </ul>



- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 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).</li><li>• bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4)</li><li>• bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),</li></ul> |  |
|--|--|

<b>GK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 6 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Strahlung und Materie (GK)</b> <b>Kontext: Forschung am CERN und DESY</b> Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Kernbausteine und Elementarteilchen  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6),</li> <li>erklären an einfachen Beispielen Teilchen-umwandlungen im Standardmodell (UF1).</li> <li>recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungs-artikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich.</li> <li>Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrbuch, Animationen</li> </ul>	

(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung  
Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept

Die Schülerinnen und Schüler...

- vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).

### 2.1.2.3 Qualifikationsphase Q1: Leistungskurs

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 4 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)</b> <b>Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</b> Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	Kommunikation
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit Inertialsysteme Relativität der Gleichzeitigkeit Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6),</li> <li>erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2),</li> <li>begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation)</li> <li>Relativität der Gleichzeitigkeit (Video / Film)</li> </ul>	

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 4 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)</b> <b>Kontext: Höhenstrahlung</b> Leitfrage: Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? Inhaltliche Schwerpunkte: Zeitdilatation und Längenkontraktion	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Zeitdilatation und relativistischer Faktor  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),</li> <li>reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7).</li> <li>erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation)</li> <li>Myonenzerfall (Experimente-pool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Längenkontraktion  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Myonenzerfall (Experimente-pool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität) – s. o.</li> </ul>	

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),</li><li>• beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),</li></ul> |  |
|---|--|

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 8 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)</b> <b>Kontext: Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten</b> Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Inhaltliche Schwerpunkte: Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<b>Bewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) „Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bertozzi-Experiment (anhand von Literatur)</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Ruhemasse und dynamische Masse  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1)</li> <li>berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2)</li> </ul>			
3. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Historische Aufnahme von Teilchenbahnen</li> </ul>	

Bindungsenergie im Atomkern

Annihilation

Die Schülerinnen und Schüler...

- beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4),
- bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1),
- beurteilen die Bedeutung der Beziehung  $E=mc^2$  für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),



<p><b>LK Physik Q1</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 4 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)</b>  <b>Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation</b>  Leitfrage: Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?  Inhaltliche Schwerpunkte: Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p>				
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:  Schülerinnen und Schüler können...</p> <table border="1" data-bbox="136 467 2130 703"> <tr> <td data-bbox="136 467 801 703"> <p>Fachwissen</p> </td> <td data-bbox="801 467 1467 703"> <p>Erkenntnisgewinnung</p> </td> <td data-bbox="1467 467 2130 703"> <p>Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul> </td> </tr> </table>			<p>Fachwissen</p>	<p>Erkenntnisgewinnung</p>	<p>Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>
<p>Fachwissen</p>	<p>Erkenntnisgewinnung</p>	<p>Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>					
<p><b>Kompetenzen</b></p>	<p><b>Experimente und Methoden</b></p>				
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  Gravitation und Zeitmessung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Gang zweier Atomuhren in unterschiedlicher Höhe in einem Raum (früheres Experimente der PTB Braun-schweig)</li> <li>• Flug von Atomuhren um die Erde (Video)</li> </ul>				
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  Die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment</li> <li>• Das Zwillingsparadoxon (mit Beschleunigungsphasen und Phasen der gleichförmigen Bewegung)</li> </ul>				

<p><b>LK Physik Q1</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 2 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (LK)</b>  <b>Kontext: Das heutige Weltbild</b>  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</p>		
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:  Schülerinnen und Schüler können...</p>			
<p>Fachwissen</p>	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li> </ul>	<p>Kommunikation</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>			
<p><b>Kompetenzen</b></p>		<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuchtex-te, Internetrecherche</li> </ul>	

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 24 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrik (LK)</b> <b>Kontext: Untersuchung von Elektronen</b> 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	
<b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b> Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung, Bewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> <li>• (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b> 1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) <b>Grundlagen:</b> Ladungstrennung, Ladungsträger  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),</li> </ul>	<b>Experimente und Methoden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Versuche zur Reibungselektrizität – Anziehung / Abstoßung,</li> <li>• halbquantitative Versuche mit Hilfe eines Elektrometerverstäkers:</li> <li>• Zwei aneinander geriebene Kunststoffstäbe aus unterschiedlichen Materialien tragen betragsmäßig gleiche, aber entgegengesetzte Ladungen,</li> <li>• Influenzversuche</li> </ul>	

<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (10. Ustd.)  <b>Bestimmung der Elementarladung:</b>  elektrische Felder, Feldlinien  potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung  Kondensator  Elementarladung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitions-gleichungen der entsprechenden Feld-stärken (UF2, UF1),</li> <li>• erläutern und veranschaulichen die Aus-sagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</li> <li>• 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),</li> <li>• entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skizzen zum prinzipiellen Aufbau des Millikanversuchs,</li> <li>• realer Versuchsaufbau oder entsprechende Medien</li> <li>• (z. B: RCL (remote control laboratory),</li> <li>• einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder im Feldlinienmodell,</li> <li>• Plattenkondensator (homogenes E-Feld),</li> <li>• evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition,</li> <li>• Spannungsmessung am Plattenkondensator,</li> <li>• Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikanversuch</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (10. Ustd.)  <b>Bestimmung der Masse eines Elektrons:</b>  magnetische Felder, Feldlinien,  potentielle Energie im elektrischen Feld, Energie bewegter Ladungsträger,  Elektronenmasse</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fadenstrahlrohr (zunächst) zur Erarbeitung der Versuchsidee,</li> <li>• (z.B.) Stromwaage zur Demonstration der Kraft-wirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnet-feld sowie zur Veranschaulichung der Definition der magnetischen Feldstärke,</li> <li>• Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentz-kraft,</li> <li>• Fadenstrahlrohr zur <math>e/m</math> – Bestimmung (das Problem der Messung der magnetischen Feldstärke</li> </ul>

- treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),
- beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),
- ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),
- erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
- erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),
- bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),
- leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- 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),
- schließen aus spezifischen Bahnkurven-daten bei der  $e/m$ -Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),

wird ausgelagert.)

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 22 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrik (LK)</b> <b>Kontext: Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</b> 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		
<b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b> Schülerinnen und Schüler können...			
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> <li>• (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,</li> <li>• (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation, Bewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> <li>• (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> <li>• (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (12. Ustd.) <b>Anwendungen in Forschung und Technik:</b> Bewegung von Ladungsträgern in Feldern		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallsonde,</li> <li>• Halleffektgerät,</li> <li>• diverse Spulen, deren Felder vermessen werden</li> </ul>	

<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</li> <li>• beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),</li> <li>• ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),</li> <li>• schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern, (E5, UF2),</li> <li>• erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</li> <li>• erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),</li> <li>• leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</li> <li>• entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</li> <li>• 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),</li> </ul>	<p>(insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronenstrahlröhre</li> <li>• visuelle Medien und Computersimulationen (ggf. RCLs) zum Massenspektrometer, Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern</li> </ul>
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (10. Ustd.)  <b>Moderne messtechnische Verfahren sowie Hilfsmittel zur Mathematisierung:</b>  Auf- und Entladung von Kondensatoren,  Energie des elektrischen Feldes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diverse Kondensatoren (als Ladungs-/Energiespeicher),</li> <li>• Aufbaukondensatoren mit der Möglichkeit die Plattenfläche und den Plattenabstand zu variieren,</li> </ul>

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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 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),
- leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2),
- beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),
- treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),
- 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),

- 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 Messwerterfassungssystemen),
- Computer oder GTR/CAS-Rechner zur Messwertverarbeitung



<p><b>LK Physik Q1</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 22 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Elektrik (LK)</b>  <b>Kontext: Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</b>  Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?  Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion</p>	
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können...</p>		
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	<p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>		
<p><b>Kompetenzen</b></p>	<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (. Ustd.)  <b>Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie:</b>  Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel,  Energie des magnetischen Feldes</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</li> <li>• 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),</li> <li>• leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,</li> <li>• Bewegung eines Leiters im Magnetfeld - Leiterschaukel,</li> <li>• einfaches elektrodynamisches Mikrofon,</li> <li>• Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</li> <li>• quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B, registrierende Messung von B(t) und U<sub>ind</sub>(t),</li> <li>• „Aufbau-“ Transformatoren zur Spannungswandlung</li> </ul>	

<p>deduktiv her (E6, UF2),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),</li> <li>• 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),</li> <li>• erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</li> <li>• treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</li> <li>• identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße <math>B</math> in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),</li> <li>• wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</li> <li>• ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2),</li> <li>• bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6),</li> <li>• begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellversuch zu einer „Überlandleitung“ (aus CrNi-Draht) mit zwei „Trafo-Stationen“, zur Untersuchung der Energieverluste bei unterschiedlich hohen Spannungen,</li> <li>• 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),</li> <li>• Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen,</li> <li>• diverse „Ringversuche“</li> </ul>
---	--

<b>LK Physik Q1</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 28 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Elektrik (LK)</b> <b>Kontext: Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</b> Leitfrage: Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden? Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (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,</li> <li>• (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation, Bewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> <li>• (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> <li>• (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (12. Ustd.) <b>Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MW-Radio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung mit der Möglichkeit, die modulierte</li> </ul>	

<p>Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),</li> <li>• treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</li> <li>• erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),</li> <li>• beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),</li> <li>• wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</li> <li>• entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), RLC - Serienschwingkreis</li> <li>• insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren,</li> <li>•</li> <li>• ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter elektromagnetischer Schwingungen</li> <li>• wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</li> <li>• leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2).</li> </ul>	<p>Trägerschwingung (z.B. oszilloskopisch) zu registrieren,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Resonanzversuche (auch aus der Mechanik / Akustik),</li> <li>• RLC - Serienschwingkreis</li> <li>• insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren,</li> <li>• ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter elektromagnetischer Schwingungen</li> </ul>
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (16. Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L-C-Kreis, der sich mit einem magnetischen</li> </ul>

<p><b>Materiefreie Übertragung von Information und Energie:</b> Entstehung und Ausbreitung elektro-magnetischer Wellen, Energietransport und Informationsübertragung durch elektro-magnetische Wellen,</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),</li> <li>• erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),</li> <li>• beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),</li> <li>• erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).</li> <li>• ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</li> <li>• beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).</li> <li>• erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),</li> <li>• entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</li> <li>• leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</li> <li>• beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2),</li> <li>• wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie</li> </ul>	<p>Wechselfeld über eine „Antenne“ zu Schwingungen anregen lässt,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dm-Wellen-Sender mit Zubehör (Empfängerdipol, Feldindikatorlampe),</li> <li>• Visuelle Medien zur Veranschaulichung der zeitlichen Änderung der E- und B-Felder beim Hertz'schen Dipol, entsprechende Computersimulationen,</li> <li>• Ringentladungsröhre (zur Vertiefung der elektromagnetischen Induktion),</li> <li>• visuelle Medien zur magnetoelektrischen Induktion,</li> <li>• Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle, entsprechende Computersimulationen,</li> <li>• Versuche mit dem dm-Wellen-Sender (s.o.),</li> <li>• Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer linearen (harmonischen) Welle,</li> <li>• auch Wellenmaschine zur Erinnerung an mechanische Wellen, entsprechende Computersimulationen,</li> <li>• Wellenwanne</li> <li>• Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</li> <li>• Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) –</li> <li>• sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)</li> </ul>
--	--

physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),

- erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).

### 2.1.2.4 Qualifikationsphase Q2: Leistungskurs

<p><b>LK Physik Q2</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 8 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Quantenphysik (LK)</b>  <b>Kontext: Erforschung des Photons</b>                  Leitfrage: Besteht Licht doch aus Teilchen?                  Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenphysik und klassische Physik</p>		
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p>			
<p>Schülerinnen und Schüler können...</p>			
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	<p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> <li>• (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> </ul>	<p>Kommunikation</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>			
<p><b>Kompetenzen</b></p>	<p><b>Experimente und Methoden</b></p>		
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (1. Ustd.)                  Lichtelektrischer Effekt</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch geschmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampf-Lampe (ohne und mit UV-absorbierender Glas-scheibe)</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (7. Ustd.)  Teilcheneigenschaften von Photonen  Planck'sches Wirkungsquantum</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),</li> <li>• erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),</li> <li>• diskutieren das Auftreten eines Paradigmen-wechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7),</li> <li>• beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</li> <li>• ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Versuch zur h-Bestimmung: Gegenspannungsmethode (Hg-Linien mit Cs-Diode)</li> <li>• 2. Versuch zur h-Bestimmung: Mit Simulationsprogramm (in häuslicher Arbeit)</li> </ul>



<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 9 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Quantenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</b> Leitfrage: Was ist Röntgenstrahlung? Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Röntgenröhre Röntgenspektrum  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung</li> <li>Sollte keine Röntgenröhre zur Verfügung stehen, kann mit einem interaktiven Bildschirmexperiment (IBE) gearbeitet werden</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Bragg'sche Reflexionsbedingung  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Bragg-Reflexion an einem Ein-kristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufnahme eines Röntgen-spektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)</li> </ul>	
3. Inhaltlicher Schwerpunkt (1. Ustd.) Planck'sches Wirkungsquantum			

<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),</li> </ul>	
<p>4. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode Strukturanalyse nach Debye-Scherrer</p>	
<p>5. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Röntgenröhre in Medizin und Technik</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film / Video / Foto Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)</li> </ul>

<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 6 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Quantenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Erforschung des Elektrons</b> Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<b>Kommunikation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Wellencharakter von Elektronen  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitative Demonstrationen mit der Elektronenbeugungsröhre</li> <li>Qualitative Demonstrationen mithilfe RCL (Uni Kaiserslautern: <a href="http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/">http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/</a>)</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (. Ustd.) Streuung und Beugung von Elektronen De Broglie-Hypothese  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur <math>h</math>-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</li> <li>erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantitative Messung mit der Elektronenbeugungsröhre</li> </ul>	

<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 10 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Quantenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</b> Leitfrage: Was ist anders im Mikrokosmos? Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Quantenphysik und klassische Physik	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) linearer Potentialtopf Energiewerte im linearen Potentialtopf  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4),</li> <li>ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).</li> </ul>		
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit  Die Schülerinnen und Schüler...	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demonstration des Durchgangs eines einzelnen Quantenobjekts durch einen Doppelspalt mithilfe eines Simulationsprogramms und mithilfe von</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).</li> <li>• erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),</li> <li>• 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),</li> <li>• stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),</li> </ul>	<p>Videos</p>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Heisenberg'sche Unschärferelation</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),</li> <li>• bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).</li> </ul>	

<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 10 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</b> Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen:			
Schülerinnen und Schüler können...			
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> <li>(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> </ul>	Kommunikation	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) <b>Atomaufbau:</b> Kern-Hülle-Modell  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche in Literatur und Internet</li> <li>Rutherford'scher Streuversuch</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Energiequantelung der Hüllelektronen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Linienpektren, Franck-Hertz-Versuch</li> </ul>	

<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),</li> </ul>	
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Linienspektren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung), Linienspektren von H</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Bohr'sche Postulate</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur, Arbeitsblatt</li> </ul>

<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 14 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</b> Leitfrage: Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? Inhaltliche Schwerpunkte: Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall		
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...			
<b>Fachwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,</li> <li>• (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<b>Erkenntnisgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,</li> </ul>	<b>Kommunikation</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>			
<b>Kompetenzen</b>		<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) <b>Ionisierende Strahlung:</b> Detektoren  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>• benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geiger-Müller-Zählrohr, Arbeitsblatt</li> <li>• Nebelkammer</li> </ul>	
2. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</li> </ul>	



<p>Strahlungsarten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3),</li> <li>• erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),</li> <li>• benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweis-möglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),</li> <li>• erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablenkung von <math>\beta</math>-Strahlen im Magnetfeld</li> <li>• Literatur (zur Röntgen- , Neutronen- und Schwerionenstrahlung)</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Dosimetrie</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Video zur Dosimetrie</li> <li>• Auswertung von Berichten über Unfälle im kerntechnischen Bereich</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Bildgebende Verfahren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)</li> <li>• Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses</li> </ul>

<p><b>LK Physik Q2</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 10 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)</b>  <b>Kontext: (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</b>  Leitfrage: Wie funktioniert die 14C-Methode?  Inhaltliche Schwerpunkte: Radioaktiver Zerfall</p>		
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:  Schülerinnen und Schüler können...</p>			
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,</li> </ul>	<p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,</li> </ul>	<p>Kommunikation</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>			
<p><b>Kompetenzen</b></p>		<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (1. Ustd.)  <b>Radioaktiver Zerfall:</b>  Kernkräfte</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschnitt aus Nuklidkarte</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.)  Zerfallsprozesse</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronische Nuklidkarte</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),</li> <li>• nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),</li> <li>• leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),</li> </ul>	
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.) Altersbestimmung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsblatt</li> </ul>

<p><b>LK Physik Q2</b></p>	<p><i>Unterrichtsvorhaben (ca. 9 Unterrichtsstunden):</i>  <b>Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)</b>  <b>Kontext: Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</b>  Leitfrage: Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?  Inhaltliche Schwerpunkte: Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung</p>		
<p>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</p>			
<p>Schülerinnen und Schüler können...</p>			
<p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.</li> </ul>	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,</li> </ul>	<p>Kommunikation</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b></p>			
<p><b>Kompetenzen</b></p>		<p><b>Experimente und Methoden</b></p>	
<p>1. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  <b>Kernspaltung und Kernfusion:</b>  Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1),</li> <li>• bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Video zu Kernwaffenexplosion</li> </ul>	
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (2. Ustd.)  Kettenreaktion</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mausefallenmodell, Video, Applet</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbst-ablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6),</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken von Kern-spaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),</li> </ul>	
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (5. Ustd.) Kernspaltung, Kernfusion</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4),</li> <li>• hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramm B/A gegen A, Tabellenwerk, ggf. Applet</li> <li>• Recherche in Literatur und Internet</li> <li>• Schülerdiskussion, ggf. Fish Bowl, Amerikanische Debatte, Pro-Kontra-Diskussion</li> </ul>

<b>LK Physik Q2</b>	<i>Unterrichtsvorhaben (ca. 11 Unterrichtsstunden):</i> <b>Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)</b> <b>Kontext: Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</b> Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Inhaltliche Schwerpunkte: Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen	
Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler können...		
Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> <li>(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,</li> </ul>	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte und konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>		
<b>Kompetenzen</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	
1. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Kernbausteine und Elementarteilchen  Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> <li>systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kern-physik (UF3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existenz von Quarks (Video)</li> <li>Internet (CERN / DESY)</li> <li>CERN-Film zum Standardmodell (sehr übersichtlich): <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <a href="http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/kurzvideos/film6.wmv">http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/kurzvideos/film6.wmv</a></li> <li>➤ Weiter Filme zum Standardmodell im netz verfügbar (z.B. bei YouTube)</li> </ul> </li> <li>Einführung in Teilchenphysik (DESY): <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <a href="http://teilchenphysik.desy.de/">http://teilchenphysik.desy.de/</a></li> <li>➤ <a href="http://kworkquark.desy.de/1/index.html">http://kworkquark.desy.de/1/index.html</a></li> </ul> </li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Erklärungen zu Ereignisidentifikation (umfangreiche CERN-Internetseite zum Analysieren von (Original-) Eventdisplays) am Computer: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <a href="http://kjende.web.cern.ch/kjende/de/wpath.htm">http://kjende.web.cern.ch/kjende/de/wpath.htm</a> Ausgezeichnete Unterrichtsmaterialien des CERN zur Teilchenphysik: <a href="http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/">http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/</a></li> </ul> </li> </ul>
<p>2. Inhaltlicher Schwerpunkt (4. Ustd.) Kernkräfte Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6).</li> <li>• erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Wechselwirkung mit Feynman-Graphen (anhand von Literatur)</li> </ul>
<p>3. Inhaltlicher Schwerpunkt (3. Ustd.) Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur und Recherche im Internet</li> <li>• „CERN-Rap“: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGI8">http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGI8</a></li> </ul>

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

Die Fachkonferenz Physik hat die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 14 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

### **Überfachliche Grundsätze:**

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

### **Fachliche Grundsätze:**

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



sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.

23. Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
24. Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
25. Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zum **selbstständigen Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten**.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

### Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

### Lern- und Leistungssituationen

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

### Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien

- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

### **Beurteilungsbereich Klausuren**

#### *Verbindliche Absprache:*

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des Kernlehrplans formuliert sind.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST.

#### *Einführungsphase:*

1 Klausur im ersten und zweiten Halbjahr (90 Minuten).

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Einführungsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

### **Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung**

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken aber auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder im Rahmen von Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule das Physikbuch „Metzler Physik“ angeschafft.

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

Zu ihrer Unterstützung wird im bestehenden Schulnetzwerk ein Ordner erstellt, in dem die Unterrichtsmaterialien sowie Arbeitsblätter eingestellt werden.

Unterstützende Materialien sind auch im Lehrplannavigator des NRW-Bildungsportals angegeben. Verweise darauf finden sich über Links in den HTML-Fassungen des Kernlehrplans und des Musters für einen Schulinternen Lehrplan. Den Lehrplannavigator findet man für das Fach Physik unter:

*[lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/](#)*

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

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

#### **Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

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

#### **Exkursion in den Heide Park**

In der gymnasialen Oberstufe findet in Absprache mit der Stufenleitung eine Exkursion in den Heide Park statt. Im Heide Park messen die Schülerinnen und Schüler Fahrgeschäfte mit ihren Smartphones hinsichtlich der Beschleunigungen aus und werten diese im weiteren Unterrichtsverlauf selbstständig aus.

#### **Projekttag BINGO**

Um den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in einen Ingenieursberuf zu ermöglichen und gleichzeitig die Wichtigkeit des Faches Physik zu verdeutlichen, dürfen interessierte Schülerinnen und Schüler am BINGO-Tag in der Firma „Hanning und Kahl“ teilnehmen. Dies wird von den Schülerinnen und Schülern mit großem Interesse angenommen.

## **4 Qualitätssicherung und Evaluation**

### **Evaluation des schulinternen Curriculums**

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

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