

# Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und II

## Physik

Stand: August 2021

## Inhaltsverzeichnis

1 Präambel.....	4
2 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....	4
2.1 Das Fach Physik im schulischen Kontext / Stellenwert .....	4
2.2 Räumliche Ausstattung .....	5
2.3 Grundsätze der Unterrichtsorganisation.....	6
2.4 Außerschulische Aktivitäten.....	7
2.5 Wettbewerbe .....	7
2.6 Berufsorientierung .....	7
3 Entscheidungen zum Unterricht .....	8
3.1 Unterrichtsmethoden und -organisation .....	8
3.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	10
3.3 Unterrichtsvorhaben .....	10
3.3.1 Übersicht Unterrichtsvorhaben.....	11
3.3.1.1 Jahrgangsstufe 6.....	11
3.3.1.2 Jahrgangsstufe 8.....	11
3.3.1.3 Jahrgangsstufe 10.....	12
3.3.1.4 Einführungsphase .....	13
3.3.1.5 Qualifikationsphase .....	14
3.3.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben .....	16
3.3.2.2 Jahrgangsstufe 6.....	16
3.3.2.3 Jahrgangsstufe 8.....	21
3.3.2.4 Jahrgangsstufe 10.....	29
3.3.2.5 Einführungsphase .....	34
3.3.2.6 Qualifikationsphase .....	46
4 Leistungsbewertung im Fach Physik.....	61
4.1 Allgemeine Grundsätze der Leistungsbewertung .....	61
4.2 Leistungsbewertung in der Sekundarstufe I .....	61
4.2.1 Kriterien der Leistungsbewertung.....	61

4.2.2 Gewichtung der Leistungsbewertung .....	62
4.3 Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II .....	62
4.3.1 Sonstige Mitarbeit .....	63
4.3.2 Klausuren .....	64
5 Evaluation und Qualitätssicherung.....	65
5.1 Grundsätze zur Arbeit in der Fachgruppe .....	65
5.2 Evaluation .....	65

### **3 1. Präambel**

Die Gesamtschule Bergheim wurde im Jahr 1993 gegründet und befindet sich im Stadtteil Quadrath-Ichendorf. Der Stadtteil ist geprägt durch eine heterogene Sozialstruktur.

Die fünfzügige Schule wird im Schuljahr 2017/18 von 1058 Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen fünf bis dreizehn besucht.

### **4 2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit**

Die hier vorgestellte Schule ist eine Gesamtschule und liegt im Bergheimer Stadtteil Quadrath-Ichendorf. Exkursionen können innerhalb des Rheinlands, aber auch im Umland problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Das Schulgebäude verfügt über zehn Fachräume für naturwissenschaftlichen Fachunterricht. In den Sammlungsräumen befinden sich in ausreichender Anzahl Material für Demonstrationsversuche und Schülerversuche für alle Lernbereiche der Physik.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 60 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Die Fächer Biologie, Physik und Chemie werden in der Oberstufe durchgängig als Grundkurs angeboten. Für das Fach Biologie wird zusätzlich auch ein Leistungskurs angeboten.

#### **4.1**

#### **4.2 2.1 Das Fach Physik im schulischen Kontext / Stellenwert**

Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Sekundarstufe I soll nicht nur auf die gymnasiale Oberstufe vorbereiten, sondern auch berufsvorbereitende Aspekte berücksichtigen. Dabei soll das Interesse der Schüler an

naturwissenschaftlichen Denkansätzen/Phänomenen gefördert und in den Unterricht integriert werden.

Durch den naturwissenschaftlichen Fachunterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6 soll ein Überblick über das naturwissenschaftliche Fächerspektrum (Biologie, Physik) gegeben werden. Für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler besteht am Ende der Jahrgangsstufe 5 die Möglichkeit der Wahl des WP-Kurses Naturwissenschaften. Der naturwissenschaftliche Unterricht setzt sich von Jahrgang 7 bis 10 fächerdifferenziert fort. Ein fester Bestandteil des Unterrichts ist es dabei neben dem Fachwissen auch Fachmethoden und Verfahrenstechniken zu vermitteln. Die individuelle und selbstständige Arbeit steht dabei im Vordergrund. Problemlösende Denk- und Lernstrategien zu entwickeln und selbstständig unter Einbezug der Fachsprache anzuwenden, ist eine besondere Herausforderung des Fachbereichs.

Der Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe setzt die Arbeit der Sekundarstufe I fort, nimmt aber komplexere Zusammenhänge in den Blick. Hier sollen tiefergehende physikalische Grundlagen vermittelt werden. Der Unterricht hat eine wissenschafts-propädeutische Ausrichtung und soll eine allgemeine Studierfähigkeit vermitteln.

### **4.3 2.2 Räumliche Ausstattung**

Die Naturwissenschaften verfügen über acht Fachräume, die zum Teil mit Fernsehgeräten und DVD Playern ausgestattet sind. Außerdem gibt es einen Beamer mit Dokumentenkamera für die Fachschaft Physik, der bei Bedarf eingesetzt werden kann. Die Räume sind so gestaltet, dass die Schüler an insgesamt sechs Tischen zu je fünf Plätzen arbeiten können.

nen. An diesen Plätzen werden sowohl Schreibaufgaben während des Unterrichts wie auch praktische, experimentelle Arbeiten durchgeführt. Wasser-, Strom-, Gasanschlüsse sowie Internetanschlüsse sind durchgehend vorhanden.

Die Schule verfügt außerdem über 2 PC-Räume in denen sich 12 bzw. 14 Schüler-PCs befinden, wodurch eine individuelle Arbeit gewährleistet werden kann. Außerdem stehen in der Bibliothek mehrere PC-Arbeitsplätze z.B. für Recherchen zur Verfügung sowie für den NW-Bereich zwei Laptop Wagen, die flexibel für Internet-Recherche, Simulationen und im beschränkten Maße auch zur Messwerterfassungen (konkret Audioaufnahmen) eingesetzt werden können.

#### **4.4 2.3 Grundsätze der Unterrichtsorganisation**

Der naturwissenschaftliche Unterricht beginnt in der Jahrgangsstufe 5 mit dem Fach Biologie. In der Jahrgangsstufe 6 wird zusätzlich Physik unterrichtet. Ab der Jahrgangsstufe 6 besteht außerdem die Möglichkeit der Wahl eines naturwissenschaftlichen Arbeitsschwerpunktes im Bereich der WP-Wahl. Das Fach (WP NW) nimmt dann die Stellung eines Hauptfaches bis zur Jahrgangsstufe 10 ein und ist nicht nur versetzungs-, sondern auch abschlussrelevant. Das Fach Physik wird in den Jahrgangsstufen 6, 8 und 10 unterrichtet.

Grundsätzlich stehen in allen Fächern naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Vordergrund. Es wird darauf geachtet, dass das wissenschaftliche Vorgehen exakt erarbeitet und protokolliert wird. Wichtig sind auch das Beschaffen der Arbeitsmaterialien und das Säubern des eigenen Arbeitsplatzes. In den Tests wird nicht nur Fachwissen abgefragt, sondern es werden auch Transferleistungen und eigene Lösungsstrategien erwartet.

## **4.5 2.4 Außerschulische Aktivitäten**

In der Vergangenheit wurden regelmäßig vielfältige außerschulische Angebote genutzt, wie z.B. das Schülerlabor vom Forschungszentrum Jülich, das Schülerprogramm des DLR in Bonn, die Angebote von RWE, die Angebote im Rahmen des Physiktages (z.B. Röntgenmuseum in Wuppertal), der Umweltbus Lumbricus usw. Diese Angebote sollen auch in Zukunft genutzt werden.

## **4.6 2.5 Wettbewerbe**

Die Teilnahme an Physik Wettbewerben wird an der Gesamtschule Bergheim ausdrücklich gefördert. Hier sind zahlreiche Wettbewerbe der unterschiedlichsten Art, wie z.B. freestyle physics, themenorientierte Wettbewerbe des DLR, Jugend forscht, Physik im Advent usw. zu nennen

Der Physikunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Problemen wecken und die Grundlage für das Lernen im Studium und in Berufen in diesem Bereich vermitteln. Fachlich fundierte Kenntnisse sollten auch die Grundlage für die Entwicklung eines eigenen Standpunkts und verantwortlichen Handelns in gesellschaftlichen und lebensweltlichen Zusammenhängen sein, beispielsweise in der Energiediskussion oder bei Entscheidungen zur Nutzung technischer Geräte.

## **4.7 2.6 Berufsorientierung**

Ein Schwerpunkt des Schulprogramms ist die Berufsorientierung. Im Rahmen der zahlreichen Aktivitäten ab dem 8. Jahrgang findet hier eine Berufsorientierung statt, wobei der naturwissenschaftlich-technische Unterricht grundlegend für viele Ausbildungsberufe in diesem Bereich ist. Unternehmen in der näheren Umgebung, beispielsweise das Martinswerk in

Bergheim oder RWE, bieten neben den anderen Kooperationspartnern der Schule gute Arbeitsmöglichkeiten und Praktika.

## **5 Entscheidungen zum Unterricht**

### **5.1 Unterrichtsmethoden und -organisation**

In der Jahrgangsstufe 5 wird das Fach Biologie zweistündig, in der Jahrgangsstufe 6 das Fach Physik zusätzlich zweistündig unterrichtet. Der gesamte Unterricht wird von Fachlehrern übernommen. Dieses Konzept erlaubt offene Lernformen wie Projektunterricht, Lernen an Stationen oder in Kleingruppen. Die Entwicklung der einzelnen Schüler lässt sich gut verfolgen, was die individuelle Förderung erleichtert. So soll ein fächerübergreifender Einblick in die naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweise geschaffen werden. Dabei sollen vor allem auch Kompetenzen gefördert werden, die in allen naturwissenschaftlichen Bereichen gleichermaßen benötigt werden.

Physikunterricht findet in Doppelstunden in einem Fachraum statt. In allen Themenfeldern sollen Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, Experimente durchzuführen, wobei die vorhandene Ausstattung den finanziellen Möglichkeiten entsprechend erweitert wird.

An der Schule unterrichten fünf Lehrpersonen das Fach Physik. Naturwissenschaften als WP-Fach werden von anderen Lehrpersonen übernommen.

Demonstrationsexperimente und teilweise Schülerexperimente, sind die Grundlage des Experimentalunterrichts. Schülerexperimente können in der Regel in Vierergruppen durchgeführt werden. Der überwiegende Teil des Fachunterrichts findet in den entsprechenden Fachräumen statt.

*Funktionsinhaber der Fachgruppe*

Fachvorsitz: Frau Eberhardt

Stellvertreter: Frau Kocer

Strahlenschutzbevollmächtigte:

Strahlenschutzbeauftragte:

## **5.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

### **5.3 Unterrichtsvorhaben**

Im Folgenden werden die von der Fachgruppe getroffenen Vereinbarungen zur inhaltlichen Gestaltung des Unterrichts und der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler dokumentiert. In Kap. 3.3.1. werden in einer Übersicht den einzelnen Jahrgängen Kontextthemen zugeordnet. In der dritten Spalte wird dabei der Bezug zu den Inhaltsfeldern und Schwerpunkten des Kernlehrplans angegeben. In der vierten Spalte sind die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung in Kurzform genannt, die in diesem Themenbereich eine besondere Bedeutung besitzen und schwerpunktmäßig verfolgt werden sollen. In der fünften Spalte sind dementsprechend Aspekte der Kompetenzentwicklung beschrieben, die bei der Gestaltung des Unterrichts besondere Beachtung finden sollen. Diese Spalte vermittelt über die Unterrichtsthemen hinweg einen Eindruck, wie sich die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im zeitlichen Verlauf bis zum Ende der Jahrgangsstufe 10 entwickeln sollen.

In Kap. 3.3.2. werden die Unterrichtsvorhaben konkretisiert und die erforderlichen Absprachen der Fachkonferenz festgehalten. Eine erste tabellarische Übersicht beschreibt den Rahmen des entsprechenden Unterrichtsvorhabens. Es finden sich Bezüge zum Lehrplan wie die ausführlicheren Formulierungen der Kompetenzschwerpunkte sowie Angaben zu zentralen Konzepten bzw. Basiskonzepten. Außerdem werden Vereinbarungen zur Leistungsbewertung genannt und es wird auf Vernetzungen innerhalb des Fachs und zwischen Fächern hingewiesen.

In einer zweiten Tabelle sind die inhaltlichen Absprachen zum Unterricht festgehalten, soweit es für die Sicherung vergleichbarer Lernziele notwendig ist. Diese stehen im Bezug zu den im Lehrplan beschriebenen konkretisierten Kompetenzen des jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkts.

Am Schluss jedes konkretisierten Unterrichtsvorhabens finden sich Hinweise, Tipps usw. zum Unterricht, die zwar nicht verbindlich, aber zur Gestaltung des Unterrichts hilfreich sind.

### **5.3.1 Übersicht Unterrichtsvorhaben**

#### **5.3.1.2 Jahrgangsstufe 6**

##### *Inhaltliche Schwerpunkte*

1. Wahrnehmen mit Licht und Schall
2. Sonnenenergie und Wärme
3. Elektrizität und ihre Wirkungen
4. Körper und Kräfte – Magnete im Alltag

##### *Methodische Schwerpunkte*

Die Schülerinnen und Schüler sollen...

- ... Messwerte aufnehmen und in Tabellen eintragen können.
- ... einfache Versuche protokollieren können (Hypothese, Versuchsaufbau, Beobachtung inkl. Messwerte, Deutung)
- ... Mappe ordentlich führen können.
- ... einen kurzen Vortrag über ein selbstständig erarbeitetes Thema vorbereiten und frei halten können.
- ... sich ein Thema in Form eines Stationenlernens erarbeiten können.

#### **5.3.1.3 Jahrgangsstufe 8**

##### *Inhaltliche Schwerpunkte*

1. Optische Instrumente und Erforschung des Weltalls
2. Elektrische Stromkreise
3. Arbeitsmethoden der Physik
4. Bewegungen und ihre Ursachen

##### *Methodische Schwerpunkte*

Die Schülerinnen und Schüler sollen...

- ... Messwerte aufnehmen und in Tabellen eintragen und daraus Diagramme erstellen und interpretieren können
- ... Versuche protokollieren können (Hypothese, Versuchsaufbau, Beobachtung inkl. Messwerte, Deutung)
- ... einfache Gesetzmäßigkeiten formulieren können
- ... einfache Rechnungen durchführen können
- ... einen Vortrag über ein selbstständig erarbeitetes Thema vorbereiten und frei halten können.
- ... sich ein Thema in Form eines Stationenlernens selbstständig erarbeiten können.

#### **5.3.1.4 Jahrgangsstufe 10**

##### *Inhaltliche Schwerpunkte*

1. Radioaktivität und Kernenergie
2. Energie, Leistung, Wirkungsgrad zur maschinellen Nutzung
  - a) Energie für die Bewegung
  - b) Motoren
3. Elektrische Energieversorgung
  - a) Elektromotoren
  - b) Stromversorgung einer Stadt
  - c) elektrische Energie in Euro und Cent

##### *Methodische Schwerpunkte*

Die Schülerinnen und Schüler sollen...

- ... Messwerte aufnehmen und in Tabellen eintragen und daraus Diagramme erstellen und interpretieren können
- ... Gesetzmäßigkeiten formulieren können
- ... Rechnungen durchführen können

... einen umfangreichen Vortrag über ein selbstständig erarbeitetes Thema vorbereiten und frei halten können.

... Planung von komplexeren Experimenten

### **5.3.1.5 Einführungsphase**

#### *Inhaltliche Schwerpunkte*

1. Bewegungen im Straßenverkehr
2. Fall- und Wurfbewegungen im Sport
3. Erhaltungssätze im Straßenverkehr
4. Unser Planetensystems
5. Schwingungen in der Musik

#### *Methodische Schwerpunkte*

Die Schülerinnen und Schüler Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...

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

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

... physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

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

### 5.3.1.6 Qualifikationsphase

#### *Inhaltliche Schwerpunkte*

1. Erforschung des Photons
2. Erforschung des Elektrons
3. Photonen und Elektronen als Quantenobjekte
4. Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren
5. Wirbelströme im Alltag
6. Erforschung des Mikro- und Makrokosmos
7. Mensch und Strahlung
8. Forschung am CERN und DESY
9. Relativität von Raum und Zeit

#### *Methodische Schwerpunkte*

Schülerinnen und Schüler können ...

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

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

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

... (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

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

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

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

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

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

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

## 5.3.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### 5.3.2.2 Jahrgangsstufe 6

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
32	<b>Inhaltsfeld: Licht und Schall</b> <b>Kontext: Wahrnehmen mit Licht und Schall</b>			
<b>A Optik</b>				
9	Licht und Sehen	Lichtquellen Ausbreitung von Licht Auge als Lichtempfänger Sehvorgang Absorption und Streuung Reflexion	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... den Aufbau des Auges erläutern und das Sehen mit einem einfachen Sender-Empfänger-Modell beschreiben. <b>(UF4)</b></p> <p>... das Aussehen von Gegenständen mit dem Verhalten von Licht an ihren Oberflächen (Reflexion, Streuung oder Absorption) erläutern. <b>(UF3)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... einfache Versuche zur Ausbreitung von Licht zum Sehen und zur Reflexion nach vorgegebenen Fragestellungen durchführen und Handlungen und Beobachtungen nachvollziehbar beschreiben. <b>(E2, E5, K3)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Informationen aus Sachtexten und Bildern entnehmen, u. A. um die wesentlichen Bestandteile von Auge und Ohr und ihre Funktionen zu benennen. <b>(K2)</b></p> <p>... mit einer altersgerechten Suchmaschine zielgerichtet Beispiele für optische Täuschungen finden und demonstrieren. <b>(K5)</b></p>	<p>Wahlweise Stationenlernen „Licht und Schatten“</p> <p>kleine Schülereperimente durchführen</p> <p>Beobachtungen protokollieren und erklären</p> <p><i>evtl. fächerverbindende Erarbeitung Reflexionswinkel mit dem Fach Mathematik</i></p>
8	Schatten aus dem All	Schattenraum und Schattenbild Mondfinsternis und Sonnenfinsternis Mondphasen Tag und Nacht	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Versuche zur Entstehung von Schatten mit der geradlinigen Ausbreitung von Licht erklären. <b>(UF1)</b></p> <p>... den Tagesrhythmus durch die Drehung der Erde um die eigene Achse erklären. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Vermutungen zur Entstehung von Schattenphänomenen, u. a. der Mondphasen, begründen und mit Modellexperimenten überprüfen. <b>(E3, E9)</b></p>	<p>Wahlweise Stationenlernen „Licht und Schatten“</p> <p><i>evtl. Beobachtung der Mondphasen</i></p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			<p>... das Modell der Lichtstrahlen für die Erklärung von Finsternissen und die Entstehung von Tag und Nacht nutzen. <b>(E7, E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... die wesentlichen Aussagen schematischer Darstellungen (Mondbewegung um die Erde) in vollständigen Sätzen verständlich erläutern. <b>(K2, K7)</b></p>	
<b>B Akustik</b>				
9	Schall und Hören	<p>Schall, Schallschwingungen</p> <p>Tonhöhe, Lautstärke</p> <p>Schallausbreitung, Schallwellen</p> <p>Reflexion</p> <p>Schallgeschwindigkeit und Echo</p> <p>Ohr</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Schwingungen als Ursache von Schall beschreiben sowie die Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke erläutern. <b>(UF2)</b></p> <p>... das Hören als Empfang und Verarbeitung von Schwingungen erklären. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... einfache Versuche zum Hören nach vorgegebenen Fragestellungen durchführen und Handlungen und Beobachtungen nachvollziehbar beschreiben. <b>(E2, E5, K3)</b></p> <p>... Versuchsergebnisse zum Hören und Sehen vergleichen, gemeinsam Schlussfolgerungen ziehen und einfache Regeln ableiten. <b>(E6, K8)</b></p> <p>... Schallausbreitung mit Luftverdichtungen und Luftverdünnungen erklären. <b>(E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Informationen aus Sachtexten und Filmsequenzen entnehmen, um die wesentlichen Bestandteile des Ohres und ihre Funktionen zu benennen. <b>(K2)</b></p> <p>... mit einem Partner bei der gemeinsamen Bearbeitung von Aufgaben, u. a. zur Licht- und Schallwahrnehmung, Absprachen treffen und einhalten. <b>(K9)</b></p> <p>... bei Untersuchungen und Experimenten Fragestellungen, Handlungen, Beobachtungen und Ergebnisse in einem Versuchsprotokoll nachvollziehbar schriftlich festhalten. <b>(K3)</b></p> <p>... Texte mit physikalischen Inhalten in Schulbüchern, in altersgemäßen populärwissenschaftlichen Schriften (z. B. zur Echoortung) und in vorgegebenen Internetquellen</p>	<p>Dosentelefone selbst herstellen und ausprobieren.</p> <p>ggf. Sonnenuhren basteln und je nach Wetterlage auf dem Schulhof ausprobieren.</p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			sinnentnehmend lesen und zusammenfassen. <b>(K1, K2, K5)</b>	
6	Schall und Gesundheit	Lautstärke Schutzmaßnahmen: Schalldämp- fung und Schalldämmung	<b>Kommunikation</b> ... Untersuchungen zum Thema Lärm in der Gruppe durch- führen und ihre Ergebnisse in Form eines Posters präsen- tieren. <b>(K7, K9, E5)</b> <b>Bewertung</b> ... Aussagen zur Lärmschädigung des Ohrs auf der Grund- lage vorliegender Informationen bewerten und dazu per- sönlich Stellung nehmen. <b>(B2)</b> ... Konsequenzen aus Kenntnissen über die Wirkung von Lärm für eigenes Verhalten ziehen. <b>(B3)</b>	Einstieg über die Bewertung von Klang- beispielen (Geräusche des Alltags) bietet sich an
<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>				
<b>Basiskonzept Struktur der Materie</b> Schallausbreitung, Schallgeschwindigkeit		<b>Wechselwirkungen</b> Absorption, Reflexion	<b>System</b> Schallschwingungen, Lichtquellen, Auge und Ohr als Licht- bzw. Schallempfänger, Schattenbildung	
<b>Mögliche Vernetzung innerhalb des Faches mit anderen Fächern</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch: Sachtexte lesen</li> <li>• Bio: Sinne des Menschen und Tiere als Sinnesspezialisten (Auge, Ohr)</li> <li>• Mathe: Reflexionswinkel</li> </ul>				
27	<b>Inhaltsfeld: Sonnenenergie und Wärme</b> <b>Kontext: Angepasstheit an die Jahreszeiten</b>			
12	Temperatur und Wärme in den Jahreszeiten	Temperatursinn und Thermometer Diagramme zeichnen Wärme als Energieform Ausdehnung von festen Körpern und Flüssigkeiten Anomalie des Wassers Ausdehnung von Gasen	<b>Umgang mit Fachwissen</b> ... die Funktionsweise eines Thermometers erläutern. <b>(UF1)</b> ... Wärme als Energieform benennen und die Begriffe Tem- peratur und Wärme unterscheiden. <b>(UF1, UF2)</b> <b>Erkenntnisgewinnung</b> ... Messreihen zu Temperaturänderungen durchführen und zur Aufzeichnung der Messdaten einen angemessenen Temperaturbereich und sinnvolle Zeitintervalle wählen. <b>(E5, K3)</b> <b>Kommunikation</b> ... die wesentlichen Aussagen schematischer Darstellun- gen (Erde im Sonnensystem) in vollständigen Sätzen verständlich erläutern. <b>(K2, K7)</b>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			... aus Tabellen und Diagrammen Temperaturen und andere Werte ablesen sowie Messergebnisse in ein Diagramm eintragen und durch eine Messkurve verbinden. <b>(K4, K2)</b>	
9	Leben in den Jahreszei- ten	Jahreszeiten Energietransport durch Luft und Wasser (Strömung von Stoffen) Wärmeleitung Wärmestrahlung Wärmedämmung Wärmespeicherung	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... die Jahreszeiten durch die Neigung der Erdachse und die Bewegung der Erde um die Sonne erklären. (UF1)</p> <p>... an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Beispiele für die Speicherung und den Transport von Energie (Leitung, Strömung, Strahlung) angeben. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... die Jahreszeiten aus naturwissenschaftlicher Sicht beschreiben und Fragestellungen zu Wärmephänomenen benennen. <b>(E1, UF1)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Beiträgen anderer bei Diskussionen über physikalische Ideen und Sachverhalte konzentriert zuhören und bei eigenen Beiträgen sachlich Bezug auf deren Aussagen nehmen. <b>(K8)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... die isolierende Wirkung von Kleidung und Baustoffen mit Mechanismen des Wärmetransports erklären und bewerten. <b>(B1, E8)</b></p> <p>... Gefährdungen der Gesundheit durch Strahlung bzw. hohe Temperaturen beschreiben und Sicherheitsmaßnahmen erläutern und einhalten. <b>(B3, E5)</b></p>	Wetterbeobachtung, Wetterphänomene nur elementar betrachten (ausführliche Bearbeitung in WP)
6	Was sich mit der Tempe- ratur alles ändert	Aggregatzustände Teilchenmodell	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Auswirkungen der Anomalie des Wassers bei alltäglichen Vorgängen beschreiben. <b>(UF4)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... einfache Hypothesen zur Wärmeausdehnung entwickeln und in Versuchen überprüfen. <b>(E4, E3)</b></p> <p>... mit einem Teilchenmodell Übergänge zwischen Aggregatzuständen sowie die Wärmeausdehnung von Stoffen erklären. <b>(E8)</b></p> <p>... bei der Entwicklung der Celsiusskala Wissen über Zustandsänderungen, Wärmeausdehnung und Temperaturmessung vernetzen und Vorschläge auf Stimmigkeit prüfen. <b>(UF4, E9)</b></p>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>				
<b>Basiskonzept Struktur der Materie</b> Schallausbreitung, Schallgeschwindigkeit Teilchenmodell, Wärmeausdehnung und Teilchenbewe- gung, Aggregatzustände		<b>Energie</b> Wärme als Energieform, Temperatur, Übertragung und Speicherung von Energie	<b>Wechselwirkungen</b> Reflexion und Absorption von Wärmestrahlung	
<b>Mögliche Vernetzung innerhalb des Faches mit anderen Fächern</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch: Sachtexte lesen</li> <li>• Bio: Anomalie des Wassers</li> <li>• NW: Wetterphänomene</li> </ul>				
18	<b>Inhaltsfeld: Elektrizität und ihre Wirkungen</b> <b>Kontext: Elektrische Geräte erleichtern das Leben</b>			
18	Elektrische Geräte im All- tag	Elektrische Geräte Stromkreis und Schaltpläne Leiter und Nichtleiter ODER-Schaltung (Parallelschal- tung) UND-Schaltung (Reihenschaltung) Wirkungen des elektrischen Stroms Energieumwandlung Gefahren	<b>Umgang mit Fachwissen</b> ... verschiedene Materialien als Leiter oder Nichtleiter ein- ordnen. <b>(UF3)</b> ... notwendige Elemente eines elektrischen Stromkreises nennen und zwischen einfachen Reihen- und Parallel- schaltungen unterscheiden. <b>(UF1, UF2)</b> ... Aufbau und Funktionsweise einfacher elektrischer Ge- räte beschreiben und dabei die relevanten Stromwirkun- gen (Wärme, Licht, Magnetismus) und Energieumwand- lungen benennen. <b>(UF2, UF1)</b> <b>Erkenntnisgewinnung</b> ... einfache elektrische Schaltungen, u. a. UND-/ODER-Schaltungen, nach dem Stromkreis-konzept planen, aufbauen und auf Fehler überprüfen. <b>(E5)</b> ... Vorgänge in einem Stromkreis mithilfe einfacher Modelle erklären. <b>(E8)</b> <b>Kommunikation</b> ... Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne dar- stellen sowie einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen. <b>(K2, K6)</b> ... einfache Schaltpläne erläutern und die Funktionszusam- menhänge in einer Schaltung begründen. <b>(K7)</b>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sach- verhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			<p>... sachbezogen Erklärungen zur Funktion einfacher elektrischer Geräte erfragen. <b>(K8)</b></p> <p>... mit Hilfe von Funktions- und Sicherheitshinweisen in Gebrauchsanweisungen elektrische Geräte sachgerecht bedienen. <b>(K6, B3)</b></p> <p>... bei Versuchen in Kleingruppen Initiative und Verantwortung übernehmen. <b>(K9)</b></p> <p>... Aufgaben fair verteilen und diese im verabredeten Zeitrahmen sorgfältig erfüllen. <b>(K9, E5)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Sicherheitsregeln für den Umgang mit Elektrizität begründen und zum Schutz der Gesundheit einhalten. <b>(B3)</b></p>	
<b>9</b>	<b>Inhaltsfeld: Körper und Kräfte</b>			
	<b>Kontext: Magnete im Alltag</b>			
9	Magnete im Alltag Orientierung mit dem Kompass	Eigenschaften von Magneten Kraftwirkungen Kompass Aufbau von Magneten Elektromagnet	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... magnetisierbare Stoffe nennen und magnetische Felder als Ursache für Anziehung bzw. Abstoßung zwischen Magneten benennen. <b>(UF3, UF1)</b></p> <p>... den Aufbau, die Eigenschaften und Anwendungen von Elektromagneten erläutern. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Magnetfelder mit der Modellvorstellung von Feldlinien beschreiben und veranschaulichen. <b>(E7)</b></p> <p>... Magnetismus mit dem Modell der Elementarmagnete erklären. <b>(E8)</b></p>	<b>Schülerversuche mit Magneten</b>  Magnetfeldlinien können im Kontext <i>Orientierung von Zugvögeln</i> verdeutlicht werden.
<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>				
<b>Basiskonzept Struktur der Materie</b> magnetische Stoffe, Elementarmagnete		<b>Wechselwirkungen</b> Pole, Magnetismus	<b>Wechselwirkungen</b> Pole, Magnetismus	
<b>Vernetzung innerhalb des Faches mit anderen Fächern</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>GL: Orientierung mit Kompass und Karte (Kl. 5)</li> </ul>				

### 5.3.2.3 Jahrgangsstufe 8

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
29	<b>Optische Instrumente und Erforschung des Weltalls</b>			
5	Scheinbilder	Spiegelbilder Reflexionsgesetz Scheinbilder durch Lichtbre- chung Gesetzmäßigkeiten bei der Bre- chung Totalreflexion	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... an Beispielen qualitativ erläutern, wie Licht an Grenzflä- chen zwischen durchsichtigen Medien gebrochen oder tot- tal reflektiert wird. <b>(UF3)</b></p> <p>... Strahlengänge an Spiegeln beschreiben. <b>(UF2)</b></p> <p>... zwischen reellen und virtuellen Bildern (Scheinbildern) un- terscheiden. <b>(UF2)</b></p> <p>... Naturphänomene (ovale Abendsonne, Luftspiegelungen) und optische Geräte (Linsen, Lichtleitung durch Glasfas- ern) auf Grundlage v. Brechung und Totalreflexion erklä- ren. <b>(UF4, K8)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... die Beobachtungen von Spiegelbildern ordnen und syste- matisieren. <b>(E2, UF3)</b></p> <p>... die Entstehung von Spiegelbildern mit dem Reflexionsge- setz erklären. <b>(E4, E5)</b></p> <p>... durch Brechung entstandene Scheinbilder beschreiben und erklären. <b>(E2, UF2)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Wahrnehmungen und Beobachtungen sachlich und prä- zise in einem kurzen Text wiedergeben und dabei Alltags- sprache und Fachsprache sowie grafische Verdeutlichung angemessen verwenden. <b>(K1)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... technische Geräte (Reflektoren, Rückspiegel) hin- sichtlich ihrer Funktionalität bewerten. <b>(B1)</b></p>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
5	Farben	<p>Farbaddition, additive Grundfarben</p> <p>Das Spektrum, Zerlegung des weißen Lichts</p> <p>Regenbogen</p> <p>Infrarot- und UV-Strahlung im Spektrum</p> <p>Farbwahrnehmung</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... erläutern, wie Licht an Grenzflächen zwischen durchsichtigen Medien in Spektralfarben zerlegt wird. <b>(UF3)</b></p> <p>... Eigenschaften von Lichtspektren vom Infraroten über den sichtbaren Bereich bis zum Ultravioletten beschreiben. <b>(UF1)</b></p> <p>... additive und subtraktive Farbmischung an einfachen Beispielen erläutern. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Fragestellungen und Hypothesen zur Farbentstehung von Mischfarben und zur Farbentstehung in Prismen entwickeln. <b>(E3)</b></p> <p>... die Entstehung eines Regenbogens mit der Farbzerlegung an Wassertropfen erklären. <b>(E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Experimente und Sachverhalte zur Farbentstehung unter fachlichen Gesichtspunkten diskutieren. <b>(K7, K8)</b></p> <p>... additive und subtraktive Farbmischung mit einfachen Versuchen oder Animationen demonstrieren. <b>(K7)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Gefahren durch Einwirkung von Licht benennen (u. a. UV-Strahlung, Laser) sowie Schutzmaßnahmen aufzeigen, vergleichen und bewerten. <b>(B3)</b></p>	
7	Wie Bilder entstehen – Kameras	<p>Sammellinse und Zerstreuungslinse</p> <p>Bildentstehung</p> <p>Sehhilfen</p> <p>Kamera als technisches Auge</p> <p>Lochkamera</p> <p>Mikroskope</p> <p>Teleskope</p> <p>Berufe in der Optik</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... den Aufbau und die Funktion von Kameras und modernen Teleskopen in ihren wesentlichen Aspekten erläutern. <b>(UF1)</b></p> <p>... Strahlengänge bei Abbildungen mit Lochblenden und Sammellinsen beschreiben. <b>(UF2)</b></p> <p>... typische optische Geräte kriteriengeleitet nach Gerätegruppen ordnen. <b>(UF3)</b></p> <p>... den Aufbau und die Funktion von Fernrohren und Sehhilfen in ihren wesentlichen Aspekten erläutern. <b>(UF1)</b></p> <p>... Strahlengänge beim Fernrohr beschreiben. <b>(UF2)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... aus Beobachtungen mit der Lochkamera fachliche Fragen und Probleme ableiten. <b>(E1)</b></p>	<p>Lochkamera im Selbstbau z.B. Mit Schuhkarton oder Chipsdose.</p> <p><i>Hinweis:</i> Die optische Abbildung führt immer zu reellen Bildern. Virtuelle Bilder sind Scheinbilder und ohne das Auge oder Kamera nicht vorhanden (divergierende Lichtbündel).</p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
			<p>... Vermutungen zu Abbildungseigenschaften von Linsen in Form einer einfachen Je-desto-Beziehung formulieren und diese experimentell überprüfen. <b>(E3, E4)</b></p> <p>... geeignete Modelle zur Erarbeitung der Bildentstehung bei Loch- und Linsenkamera anwenden.</p> <p>... relevante Variablen für Abbildungen mit Linsen identifizieren (Brennweite, Bild- und Gegenstandsweite sowie Bild- und Gegenstandsgröße) und Auswirkungen einer systematischen Veränderung der Variablen beschreiben. <b>(E4, E6)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... fachlich korrekt und folgerichtig in Bezug auf Bildentstehung, Bildgröße und Bildschärfe kommunizieren und argumentieren. <b>(K7, UF3)</b></p> <p>... schematische Darstellungen zu Aufbau und Funktion des Auges und optischer Instrumente (Lupe, Fernrohr) interpretieren. <b>(K2, UF4)</b></p> <p>... in einem strukturierten Protokoll zu optischen Experimenten Überlegungen, Vorgehensweisen und Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren. <b>(K3)</b></p> <p>... Ergebnisse optischer Experimente mit angemessenen Medien fachlich korrekt und anschaulich präsentieren. <b>(K7)</b></p> <p>... bei der Planung und Durchführung von Experimenten in einer Gruppe Ziele und Arbeitsprozesse sinnvoll miteinander abstimmen. <b>(K9, K8)</b></p> <p>... Produktbeschreibungen und Gebrauchsanleitungen optischer Geräte die wesentlichen Informationen entnehmen. <b>(K2, K1, K6)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Kaufentscheidungen (u. a. für optische Geräte) an Kriterien orientieren und mit verfügbaren Daten begründen. <b>(B1)</b></p>	
7	Erde und Weltall	Planeten, Sterne, Galaxien Weltbilder Gravitation	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Gravitation als Kraft zwischen Massen beschreiben. <b>(UF1)</b></p> <p>... wesentliche Eigenschaften der kosmischen Objekte Planeten, Kometen, Sterne, Galaxien und Schwarze Löcher erläutern. <b>(UF3, UF2)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... mit Hilfe einfacher Analogien erläutern, wie Erkenntnisse über Objekte des Weltalls gewonnen werden können (Entfernung). <b>(E7, E9)</b></p>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...
			<p>... die Bedeutung der Erfindung des Fernrohrs für die Entwicklung des Weltbildes und der Astronomie erläutern. <b>(E9)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... den Aufbau des Sonnensystems sowie geo- und heliozentrische Weltbilder mit geeigneten Medien oder Modellen demonstrieren und erklären. <b>(K7)</b></p> <p>... altersgemäße, populärwissenschaftliche Texte zum Weltall (Planeten, Kometen, Sterne, Galaxien und Schwarze Löcher) sinnentnehmend lesen und die wesentlichen Aussagen wiedergeben. <b>(K2)</b></p> <p>... anhand bildlicher Darstellungen aktuelle Vorstellungen zur Entstehung des Universums erläutern. <b>(K2)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... in Grundzügen am Beispiel der historischen Auseinandersetzung um ein heliozentrisches Weltbild darstellen, warum Umbrüche in der Wissenschaft zu Konflikten führen können. <b>(B2, B3, E7, E9)</b></p>
<b>22</b>	<b>Elektrische Stromkreise</b>		
4	Elektrische Ladungen und elektrischer Strom	<p>elektrisch geladene Körper: Kräfte, Ladungsausgleich und Elektroskop</p> <p>Elektrisches Feld</p> <p>Gewitter</p> <p>elektrischer Strom – was ist das?</p> <p>Voltangabe/Spannungsquellen</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Eigenschaften von Ladungen und Kräfte zwischen Ladungen beschreiben sowie elektrische von magnetischen Feldern unterscheiden. <b>(UF1, UF2)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... physikalische Vorgänge, die zu Aufladungen und zur Entstehung von Blitzen führen, beschreiben und mit einfachen Modellen erklären. <b>(E1, E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Informationen zu Schutzmaßnahmen bei Gewittern in sinnvolle Verhaltensregeln umsetzen. <b>(K6)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Sicherheitsregeln und Schutzmaßnahmen bei Gewitter begründen und diese verantwortungsvoll anwenden. <b>(B3)</b></p>
18	Stromstärke, Spannung, Widerstand und Leistung	<p>Messung der Stromstärke</p> <p>Messung der Spannung</p> <p>„Stromverbrauch“</p> <p>Der el. Widerstand</p> <p>Widerstand in Drähten</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung bereitgestellte elektrische Energie beschreiben. <b>(UF3)</b></p> <p>... die Abhängigkeit des elektrischen Widerstands eines Leiters von dessen Eigenschaften erläutern (Länge, Querschnitt, Material, Temperatur). <b>(UF1)</b></p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
		<p>Das Ohmsche Gesetz</p> <p>Strom und Spannung in der Reihenschaltung und Parallelschaltung</p> <p>Widerstände in der Reihenschaltung</p> <p>Parallelschaltungen und ihr Nutzen im Haushalt</p> <p>Elektrische Energie el. Leistung Energie und Leistung zu Hause Berufe mit Strom</p>	<p>... bei elektrischen Stromkreisen begründet Reihenschaltungen und Parallelschaltungen identifizieren und die Aufteilung von Strömen und Spannungen erläutern. <b>(UF3)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Hypothesen zum Verhalten von Strömen und Spannungen in vorgegebenen Schaltungen formulieren, begründen und experimentell überprüfen. <b>(E3, E5)</b></p> <p>... Variablen identifizieren, von denen die Größe des Widerstands in einer einfachen elektrischen Schaltung abhängt. <b>(E4)</b></p> <p>... Spannungen und Stromstärken unter sachgerechter Verwendung der Messgeräte bestimmen und die Messergebnisse unter Angabe der Einheiten aufzeichnen. <b>(E5)</b></p> <p>... den Zusammenhang von Stromstärke, Spannung und Widerstand erläutern und beschreiben und diese Größen mit geeigneten Formeln berechnen. <b>(UF1, E8)</b></p> <p>... mit dem Kern-Hülle-Modell und dem Gittermodell der Metalle elektrische Phänomene (Aufladung, Stromfluss, Widerstand und Erwärmung von Stoffen) erklären. <b>(E7)</b></p> <p>... elektrische Phänomene (u. a. Entladungen bei einem Gewitter) beschreiben und mit einfachen Modellen erklären. <b>(E8, UF4)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... für eine Messreihe mit mehreren Messgrößen selbstständig eine geeignete Tabelle, auch mit Auswertungsspalten, anlegen. <b>(K4)</b></p> <p>... mit Hilfe einfacher Analog- bzw. Funktionsmodelle die Begriffe Spannung, Stromstärke und Widerstand sowie ihren Zusammenhang anschaulich erläutern. <b>(K7)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Möglichkeiten zum sparsamen Gebrauch von Elektrizität im Haushalt nennen und unter dem Kriterium der Nachhaltigkeit bewerten. <b>(B3)</b></p>	<p>Energie und Leistung zu Hause kann im Rahmen eines kurzen Heimprojektes mit dem eigenen Stromzähler umgesetzt werden.</p> <p>(Vertiefung im Jahrgang 10 mit dem inhaltlichen Schwerpunkt <i>Elektrische Energie in Euro und Cent</i>)</p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
			... begründet beurteilen, welche Arbeiten an elektrischen Anlagen unter Beachtung von Schutzmaßnahmen von ihnen selbst oder von besonderen Fachleuten vorgenommen werden können. (B3)	
<b>8</b>	<b>Arbeitsmethoden der Physik</b>			
8	Größen und Messen	Vom Schätzen zum Messen Physikalische Größen Masse Volumen Messwerte darstellen Dichte	<p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Versuche zur Messung Größen planen. (E4, E5)</p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... ihre Lösungsansätze und Ergebnisse diskutieren. (K8)</p> <p>... Zahlenwert und Einheit zur Angabe physikalischer Größen wie Länge, Fläche, Zeit verwenden. (K1, K4)</p> <p>... Messwerte in Diagrammen darstellen. (K4)</p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Messwerte zu Masse und Volumen von Stoffen auf Proportionalität untersuchen und den Proportionalitätsfaktor als Maß für die Dichte interpretieren. (E6)</p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms Messreihen grafisch darstellen und bezüglich einfacher Fragestellungen auswerten. (K4, K2)</p>	
<b>11</b>	<b>Bewegungen und ihre Ursachen (1)</b>			
6	Bewegungen im Sport und auf der Straße	Geschwindigkeit Gleichförmige Bewegung Gleichmäßig beschleunigte Bewegung Beschleunigung und freier Fall Verzögerte Bewegung	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Messwerte zur gleichförmigen Bewegung durch eine Proportionalität von Weg und Zeit modellieren und Geschwindigkeiten berechnen. (E6, K3)</p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... eine Bewegung anhand eines Zeit-Weg-Diagramms bzw. eines Zeit-Geschwindigkeits-Diagramms qualitativ beschreiben und Durchschnittsgeschwindigkeiten bestimmen. (K2, E6)</p> <p>... mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms Messreihen (u. a. zu Bewegungen) grafisch darstellen und bezüglich einfacher Fragestellungen auswerten. (K4, K2)</p>	
5	Bewegungen im Welt- raum	Kräfte und ihre Wirkungen Trägheit Wechselwirkungsprinzip	<b>Umgang mit Fachwissen</b>	

Stunden- zahl	Thema der Unterrichts- sequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	
		Rückstoß Schwereelosigkeit	<p>... Bewegungsänderungen und Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen sowie die Bedeutung des Trägheitsgesetzes und des Wechselwirkungsgesetzes erläutern. <b>(UF1, UF3)</b></p> <p>... die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben. <b>(UF2)</b></p> <p>... den Rückstoß bei Raketen mit dem Wechselwirkungsprinzip erklären. <b>(UF4)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... das Phänomen der Schwerelosigkeit beschreiben und als subjektiven Eindruck bei einer Fallbewegung erklären. <b>(E2, E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... Zielsetzungen, Fragestellungen und Untersuchungen aktueller Raumfahrtprojekte in einem kurzen Sachtext unter angemessener Verwendung von Fachsprache schriftlich darstellen. <b>(K1)</b></p> <p>... Argumente für und gegen bemannte Raumfahrt nennen und dazu einen eigenen Standpunkt vertreten. <b>(B2)</b></p>	
<b>8</b>	<b>Bewegungen und ihre Ursachen (2)</b>			
8	Druck und Tauchen	Schwimmen und Sinken Der Druck in Wasser Wasser „trägt“	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Auftrieb mit dem Prinzip des Archimedes beschreiben sowie anhand des Schweredrucks und der Dichte erklären. <b>(UF1)</b></p> <p>... die Größen Druck und Dichte an Beispielen erläutern und quantitativ beschreiben. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... anhand physikalischer Kriterien begründet vorhersagen, ob ein Körper schwimmen oder sinken wird. <b>(E3)</b></p> <p>... Auftriebskräfte in alltäglichen Situationen aufgrund ihrer Wirkungen identifizieren. <b>(E1)</b></p> <p>... Versuchspläne, u. a. zur systematischen Untersuchung von Kraftwirkungen selbstständig entwickeln und umsetzen. <b>(E4, E5)</b></p>	

### 5.3.2.4 Jahrgangsstufe 10

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
18	<b>Radioaktivität und Kernenergie</b>			
10	Radioaktivität	<p>Strahlungsnachweis                      Ionisierende Strahlung                      Strahlungsarten                      Strahlenbelastung                      Wirkung ionisierender Strahlung auf den Menschen                      Anwendungen                      Kernumwandlungen (Zerfall)                      Aktivität                      Halbwertszeit</p>	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Eigenschaften, Wirkungen und Nachweismöglichkeiten verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und von Röntgenstrahlung beschreiben. <b>(UF1)</b></p> <p>... die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern und damit mögliche medizinische und technische Anwendungen sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären. <b>(UF1, UF2, E1)</b></p> <p>... Halbwertszeiten auf statistische Zerfallsprozesse großer Anzahlen von Atomkernen zurückführen. <b>(UF1, UF4, E8)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... den Aufbau von Atomen und Atomkernen, die Bildung von Isotopen sowie den radioaktiven Zerfall mit einem angemessenen Atommodell beschreiben. <b>(E7, UF1)</b></p> <p>... Zerfallskurven und Halbwertszeiten zur Vorhersage von Zerfallsprozessen nutzen. <b>(E8)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... vorgegebene schematische Darstellungen von Zerfallsreihen interpretieren (E-Kurs). <b>(K2)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Fakten begründet abwägen. <b>(B1)</b></p> <p>... Gefährdungen durch Radioaktivität anhand von Messdaten (in Bq, Gy, Sv) grob abschätzen und beurteilen. <b>(B2, B3)</b></p>	<p>Besuch des Röntgenmuseum                      (ganze Stufe)                      historischer Überblick</p>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
8	Energie aus Atomkerne	Kernreaktor Kernspaltung Kettenreaktion Sicherheit und Risiken von Kernkraftwerken Radioaktiver Abfall Atombomben Kernkraftwerke – pro und kontra Kernfusion (Erweiterung)	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... Kernspaltung und kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Kernspaltung und Kernfusion mit einem angemessenen Atommodell beschreiben. <b>(E7)</b></p> <p>... physikalische, technische und gesellschaftliche Probleme der Nutzung der Kernenergie differenziert darstellen. <b>(E1, K7)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... aus Darstellungen zur Energieversorgung Anteile der Energiearten am Energiemix bestimmen und visualisieren. <b>(K4, K2)</b></p> <p>... Informationen und Positionen zur Nutzung der Kernenergie und anderer Energiearten differenziert und sachlich darstellen sowie hinsichtlich ihrer Intentionen überprüfen und bewerten. <b>(K5, K8)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... eine eigene Position zur Nutzung der Kernenergie einnehmen, dabei Kriterien angeben und ihre Position durch geeignete Argumente stützen. <b>(B2)</b></p> <p>... die Entdeckung der Radioaktivität und der Kernspaltung als Ursache für Veränderungen in Physik, Technik und Gesellschaft darstellen und beurteilen <b>(B3)</b></p>	
<b>25</b>	<b>Energie, Leistung, Wirkungsgrad zur maschinellen Nutzung</b>			
15	Mechanische Kraft und Arbeit - Maschinen erleichtern die Arbeit	Kräfte messen und darstellen Gewichtskraft und Masse mechanische Arbeit Flaschenzug und goldene Regel <i>Schiefe Ebene (optional)</i> Hebel	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... die Begriffe Kraft, Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad in ihren Beziehungen erläutern, formal beschreiben und voneinander abgrenzen. <b>(UF1, UF2)</b></p> <p>... die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern (Rollen, Flaschenzüge, Hebel <i>(E-Kurs)</i>:</p>	Projekt im technischen Bereich: <b>Motoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Referate/Vorträge über die</li> <li>- Geschichte des Automobils</li> <li>- Plakat- oder Powerpoint-</li> </ul>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
		Berufe zum Thema Mechanik	<p><i>schiefe Ebene</i>) erklären und dabei allgemeine Prinzipien aufzeigen. <b>(UF1)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Vektordarstellungen als quantitative Verfahren zur Addition von Kräften verwenden. (E8)</p> <p>... auf der Grundlage von Beobachtungen (u. a. an einfachen Maschinen) verallgemeinernde Hypothesen zu Kraftwirkungen entwickeln und diese experimentell überprüfen. <b>(E2, E3, E4)</b></p>	<p>präsentationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagramme interpretieren</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte bei Motoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Haftung und Reibung im Straßenverkehr</li> <li>– Energie, Leistung, Brennwert, Heizwert</li> <li>– Wirkungsgrad</li> </ul>
10	Energie in der Mechanik und am Verbrennungsmotor	Energieformen und -umwandlungen Wirkungsgrad Energieflussdiagramme	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... an Beispielen (u. a. eines Verbrennungsmotors) die Umwandlung und Bilanzierung von Energie (Erhaltung, Entwertung, Wirkungsgrad) erläutern. <b>(UF1, UF4)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... Untersuchungen zum Wirkungsgrad durchführen, dabei Variablen systematisch verändern und Leistungen berechnen. (E4, UF4)</p> <p>... Lage-, kinetische und thermische Energie unterscheiden, und formale Beschreibungen für einfache Berechnungen nutzen. <b>(E8)</b></p> <p>... auf der Grundlage von Beobachtungen (u. a. an einfachen Maschinen) verallgemeinernde Hypothesen zu Energieumwandlungen entwickeln und diese experimentell überprüfen. <b>(E2, E3, E4)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... mit Hilfe eines Diagramms Energiefluss und Energieentwertung in Umwandlungsketten darstellen. <b>(K4)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... in einfachen Zusammenhängen Überlegungen und Entscheidungen zur Arbeitsökonomie und zur Wahl von</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Ausstoß</li> <li>– Verbrennungsmotor</li> <li>– Autos von morgen</li> </ul>

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			Werkzeugen und Maschinen physikalisch begründen. <b>(B1)</b>	
<b>21</b>	<b>Elektrische Energieversorgung</b>			
5	Magnete und Magnetfelder Elektromotoren – Helfer im Alltag	Dauermagnet und Magnetfeld Elektromagnet: Magnetfelder von Strömen Elektromotor	<b>Umgang mit Fachwissen</b> ... den Aufbau und die Funktion des Elektromotors beschreiben und mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären. <b>(UF1)</b> ... magnetische Felder stromdurchflossener Leiter und Spulen im Feldlinienmodell darstellen. <b>(UF3)</b>	wahlweise Stationenlernen zum „Elektromotor“ oder zum „Generator“
11	Stromversorgung einer Stadt – elektrische Energieversorgung	Die Lorentzkraft Induktion von der Induktion zum Generator Der Transformator verändert Spannungen Warum Hochspannung? fossile und regenerative Energieversorgung (Wind, Wasser, Solar, Kohle) Treibhauseffekt und Klimawandel Berufe in der Energieversorgung	<b>Umgang mit Fachwissen</b> ... den Aufbau und die Funktion des Transformators beschreiben <b>(UF1)</b> ... die Energieübertragung durch Hochspannung mit bekannten Konzepten (Widerstand, Energieerhaltung, Energiestrom) erklären. <b>(UF4)</b> ... die Umwandlung der Energieformen von einem Kraftwerk bis zu den Haushalten unter Berücksichtigung der Energieentwertung beschreiben. <b>(UF1)</b> ... Flächen unter der Kennlinie eines Solarmoduls als Leistung interpretieren und das Leistungsmaximum ermitteln. <b>(E6)</b> <b>Erkenntnisgewinnung</b> ... die Spannungen (Stromstärke) am Transformator, interpretieren die Messergebnisse und entwickeln mathematische Zusammenhänge untersuchen. <b>(E4, E6)</b> <b>Kommunikation</b> ... in einem sachlich formulierten und strukturierten naturwissenschaftlichen Text physikalisch-technische Zusammenhänge (z. B. zwischen Energienutzung und der Problematik der Klimaveränderung) darstellen. <b>(K1)</b> ... aus Darstellungen zur Energieversorgung die Anteile der Energieträger herauslesen	Die Induktion ist phänomenologisch in Schülerversuchen zu veranschaulichen.  Vorträge alternative Erzeugung elektrischer Energie (Wasserkraft, ...)

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			<p>und angemessen – auch computergestützt – visualisieren. <b>(K4, K2)</b></p> <p>... aus verschiedenen Quellen Informationen zur effektiven Übertragung und Bereitstellung von Energie zusammenfassend darstellen. <b>(K5)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... Möglichkeiten der elektrischen Energieversorgung unter den Gesichtspunkten Versorgungssicherheit, Umweltbeeinflussung, gesellschaftlicher Akzeptanz und der Zukunftsaussichten auf der Grundlage fachlicher Kenntnisse diskutieren und bewerten. <b>(B2)</b></p> <p>... Vor- und Nachteile nicht erneuerbarer und regenerativer Energiequellen an je einem Beispiel im Hinblick auf eine physikalisch-technische, wirtschaftliche und ökologische Nutzung auch mit Bezug zum Klimawandel begründet gegeneinander abwägen und bewerten. <b>(B1, B3)</b></p> <p>... Alternativen und Strategien einer umwelt- und naturverträglichen Lebensweise im Sinne der Nachhaltigkeit erörtern. <b>(B3)</b></p>	
5	Elektrische Energie in Euro und Cent	Berechnen der Leistung (des Energiestroms) aus Spannung und Stromstärke Energieumsätze Energiekosten	<p><b>Umgang mit Fachwissen</b></p> <p>... den Zusammenhang zwischen elektrischer Energie und elektrischer Leistung beschreiben und den physikalischen Leistungsbegriff vom Alltagsbegriff abgrenzen. <b>(UF2, UF4)</b></p> <p><b>Erkenntnisgewinnung</b></p> <p>... die in elektrischen Stromkreisen umgesetzte Energie und Leistung bestimmen. <b>(E8)</b></p> <p>... bei elektrischen Versuchsaufbauten Fehlerquellen systematisch eingrenzen und finden. <b>(E3, E5)</b></p> <p>... Energiebedarf und Leistung von elektrischen Haushaltsgeräten ermitteln und ihre Energiekosten berechnen. <b>(E8, UF4)</b></p> <p><b>Kommunikation</b></p> <p>... den Energiebedarf eines Haushalts mit verschiedenen Diagrammformen darstellen</p>	nur exemplarische Rechnung: z.B. Stromverbrauch von Spielkonsolen

Stunden- zahl	Thema der Unterrichtssequenz	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen
			<p>und Vor- und Nachteile verschiedener Diagrammformen benennen. <b>(K4)</b></p> <p>... Daten zur individuellen Nutzung der Energie von Elektrogeräten (Stromrechnungen, Produktinformationen, Angaben zur Energieeffizienz) auswerten. <b>(K2, K6)</b></p> <p>... in einem Projekt, etwa zu Fragestellungen der lokalen Energieversorgung, einen Teilbereich in eigener Verantwortung bearbeiten und Ergebnisse der Teilbereiche zusammenführen. <b>(K9)</b></p> <p><b>Bewertung</b></p> <p>... verschiedene Maßnahmen zur Energieeinsparung auf der Grundlage von Energieberechnungen beurteilen. <b>(B3)</b></p>	

### 5.3.2.5 Einführungsphase

## Bewegungen im Straßenverkehr

ca. 16 Ustd.

Inhaltsfeld Mechanik	Inhaltlicher Schwerpunkt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenverkehr</li> <li>• Physik und Sport</li> </ul>		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>		<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
<p>Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...</p> <p>... Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge (K1).</p> <p>... Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).</p> <p>... physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).</p> <p>... zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).</p>		<b>Wechselwirkungen</b> Lineare Bewegungen	<b>Energie</b>
		<b>Struktur der Materie</b> Masse Träger von Wellen	<b>System</b>

Thema der Unterrichtssequenz (Stundenanzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment / Medium	Kommentar
<b>Bewegungsarten</b> (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung von Körpern</li> <li>• Bewegungsarten</li> </ul>	... unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2)		Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen.
<b>Gleichförmige Bewegung beim Fahrradfahren</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeit-Ort-Diagramm</li> <li>• Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm, negative Geschwindigkeitswerte</li> <li>• Zeit-Weg-Gesetz</li> </ul>	<p>... 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),</p> <p>... erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p> <p>... stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (<i>t-s</i>-Diagramme, <i>t-v</i>-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>... bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6)</p>	<b>Experiment:</b> Experimente zur gleichförmigen Bewegung z.B an der Luftkissenbahn oder mithilfe der digitalen Videoanalyse einer Bewegung (Fahrradfahren bzw. andere, selbst von den SuS aufgenommene, gleichförmige Bewegungen)	Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung mithilfe der Luftkissenbahn ODER Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe von Excel)
<b>Die Überlagerung von Bewegungen am Bsp. der Rheinfähre</b> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit als Vektor</li> <li>• Vektoraddition</li> </ul>	<p>... vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1),</p> <p>... stellen Daten in sinnvoll skalierten Diagrammen (Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p>		

Thema der Unterrichtssequenz (Stundenzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment / Medium	Kommentar
<b>Anfahren und Bremsen – Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung</b> (10 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentangeschwindigkeit</li> <li>• Durchschnittsgeschwindigkeit</li> <li>• Beschleunigung</li> <li>• Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</li> </ul>	<p>... erläutern die Größen Position, Strecke und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).</p> <p>... planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).</p> <p>... stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (<i>t-s</i>-Diagramme, <i>t-v</i>-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>... erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5),</p> <p>... bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6)</p>	<p><b>Experiment</b> Aufzeichnung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn</p> <p>ODER</p> <p>Videoanalyse einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung (z.B. Kugel auf schiefer Ebene) und Auswertung und Darstellung mithilfe von Excel</p>	<p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Erstellung von <i>t-s</i>- und <i>t-v</i>-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden.</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p>

## Kräfte im Straßenverkehr

ca. 10 Ustd.

Inhaltsfeld Mechanik	<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenverkehr</li> </ul>		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>		<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...		<b>Wechselwirkungen</b> Newton'sche Gesetze,	<b>Energie</b>

<p>... Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge (K1).</p> <p>... Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).</p> <p>... physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).</p> <p>... zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).</p>			<p><b>Struktur der Materie</b> Masse</p>	<p><b>System</b></p>
<p><b>Thema der Unterrichtssequenz</b> (Stundenzahl)</p>	<p><b>Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte</b></p>	<p><b>Kompetenzbereiche</b> Die Schülerinnen und Schüler können ...</p>	<p><b>Schulinterne Absprachen</b></p>	
			<p><b>Experiment / Medium</b></p>	<p><b>Kommentar</b></p>
<p><b>Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung</b> (10 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trägheit</li> <li>• Schwere und träge Masse</li> <li>• Die Grundgleichung der Mechanik</li> <li>• Wechselwirkungsprinzip „actio = reactio“</li> <li>• Unterscheidung von actio = reactio und Kräftegleichgewicht</li> <li>• Kraft als Vektor</li> <li>• Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung</li> </ul>	<p>... entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4),</p> <p>... geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),</p> <p>... berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),</p> <p>... analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).</p> <p>... vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenzerlegung (E1).</p>	<p>Freihandexperimente zum Themenfeld Trägheit</p> <p>Experimentelle Herleitung der Bewegungsgesetze mithilfe der Luftkissenbahn</p> <p>Messung der Wechselwirkungskräfte bei zwei auf Skateboards stehenden Personen, die gegenseitig über ein Seil Kräfte auseinander ausüben</p> <p>Demonstration der Wechselwirkungskräfte</p>	<p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I.</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p> <p>Erarbeitung der Kräftezerlegung mithilfe von Kraftmessern</p>

# Fall- und Wurfbewegungen im Sport

ca. 10 + 3 Ustd.

<b>Inhaltsfeld</b> Mechanik		<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> • Physik und Sport		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>			<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
<p>Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...</p> <p>... in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren (E1).</p> <p>... physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren (K4).</p> <p>... Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen (E6).</p>			<b>Wechselwirkungen</b> Lineare Bewegungen, Newton'sche Gesetze,	<b>Energie</b>
			<b>Struktur der Materie</b> Masse	<b>System</b>
Thema der Unterrichtssequenz (Stundenzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment/ Medium	Kommentar
<b>Der frei Fall</b> (6 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freier Fall (beschleunigende Kraft, Zeit-Ort-Gesetz, Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz)</li> <li>• Messung der Fallbeschleunigung</li> <li>• Exkurs: Fallbewegung mit Luftwiderstand</li> <li>•</li> </ul>	<p>... berechnen mithilfe des newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6).</p> <p>... planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1)</p> <p>... stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (<i>t-s</i>-Diagramme, <i>t-v</i>-Diagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>... begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4).</p>	<p><b>Freihandexperimente</b> zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)</p> <p><b>Experiment:</b> Fallröhre</p> <p><b>Experiment:</b> Messung der Fallbeschleunigung mithilfe der Soundkarte am Laptop, der Videoanalyse der Fallbewegungen einer Stahlkugel oder anhand eines Fallexperiments vom Physiksaal zum Schulhof</p>	<p>Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen</p>

<p><b>Waagerechter Wurf</b> (4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen des waagerechten Wurfs</li> <li>• Gleichung der Bahnkurve</li> </ul>	<p>... vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung und Vektoraddition (E1).</p> <p>... planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1).</p>	<p><b>Experiment (V1):</b> Videoanalyse eines waagerechten Wurf</p> <p><b>ODER</b></p> <p><b>GeoGebra-Datei:</b> Modellierung des waagerechten Wurfs</p>	<p><u>Mögliche Ergänzung:</u> Beobachtungen in gleichförmig bewegten und beschleunigten Systemen</p> <p>z.B. Freier Fall im ICE aus der Sicht eines mitbewegten und eines neben den Schienen stehenden, ruhenden Beobachters</p>
<p><b>Exkurs: schiefer Wurf</b> (3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen des schiefen Wurfs</li> </ul>	<p>... vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung und Vektoraddition (E1).</p> <p>... entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4).</p> <p>... stellen Daten in sinnvoll skalierten Diagrammen von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).</p> <p>... entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4).</p> <p>... stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7).</p>		<p>Einfluss von Stoßwinkel und Abwurfgeschwindigkeit auf die Wurfweite beim Kugelstoßen</p> <p>Wurfbewegungen bei ARISTOTELES und GALILEI</p> <p>Modellierung des schiefen Wurfs mit GeoGebra.</p>

# Erhaltungssätze im Straßenverkehr

ca. 15 Ustd.

<b>Inhaltsfeld</b> Mechanik		<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik und Sport</li> <li>• Straßenverkehr</li> </ul>		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>			<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
<p>Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...</p> <p>... zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).</p> <p>... mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).</p> <p>... Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen (E6).</p>			<b>Wechselwirkungen</b> Reibungskräfte Impuls, Stoßvorgänge	<b>Energie</b> Lageenergie, Bewegungsenergie, Energiebilanzen Energie und Arbeit im
			<b>Struktur der Materie</b>	<b>System</b>
Thema der Unterrichtssequenz (Stundenzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment /Medium	Kommentar
<b>Höhenenergie und Arbeit beim Sprungturm</b> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentielle Energie</li> <li>• Arbeit</li> </ul>	... erläutern die Größen Strecke, Kraft, Arbeit und Energie und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).		Wiederholung der Energieformen und Übertragungsformen  Berechnung von Arbeit und Höhenenergie
<b>Bewegungsenergie und Spannenergie beim Bogenschießen</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetische Energie</li> <li>• Spannenergie</li> </ul>	... verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).	<b>Experiment:</b> zwischen zwei Federn gespannter Wagen auf einer horizontalen Fahrbahn	Herleitung und Anwendung von Formeln für die Bewegungs- und Spannenergie
<b>Der Erhaltungssatz der Mechanik</b> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerhaltungssatz der Mechanik</li> </ul>	<p>... verwenden Erhaltungssätze (Energiebilanzen), um Bewegungszustände zu erklären und Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</p> <p>... geben Kriterien an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen und</p>	<i>Experimente: Experimentelle Bestätigung des Energieerhaltungssatzes beim Fadenpendel und Federpendel</i>	

		nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1).		
<b>Ein Kraftstoß ändert den Impuls</b> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftstoß, Impuls</li> </ul>	... erläutern die Größen Kraft, Masse, Impuls und Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4).		Vorteil der Schreibweise NEWTONS
<b>Unelastischer Stoß zweier Körper</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulserhaltungssatz</li> <li>• Unelastischer Stoß, zunächst symmetrischer Fall, dann beliebige Bedingungen</li> <li>• Bewegung des Schwerpunktes</li> </ul>	<p>... beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1).</p> <p>... verwenden Erhaltungssätze (Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</p>	<p><b>Experimente:</b> Stoßversuche auf der Luftkissenfahrbahn</p> <p><b>GeoGebra-Datei:</b> <i>Simulation des unelastischen Stoßes zweier Kugeln</i></p>	
<b>Elastische Stöße zweier Körper</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuls- und Energieerhaltung bei geraden elastischen Stößen</li> <li>• Bewegung des Schwerpunktes</li> </ul>	<p>... beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1).</p> <p>... verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</p> <p>... bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6).</p> <p>... bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4).</p>	<p><b>Experiment:</b> Stoßversuch mit Münzen und auf der Luftkissenfahrbahn</p> <p><b>GeoGebra-Datei:</b> <i>Simulation des elastischen Stoßes zweier Kugeln</i></p>	Berechnung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß

# Unser Planetensystem

ca. 15 Ustd.

<b>Inhaltsfeld</b> Mechanik		<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> • Planetensystem		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>			<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
<p>Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...</p> <p>... Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen (E6).</p> <p>... naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).</p> <p>... in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren (E1).</p> <p>... physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern (UF1).</p>			<b>Wechselwirkungen</b> Zentralkraft, Kreisbewegungen Gravitationsfeld Newton'sches Gravitationsgesetz	<b>Energie</b> Gravitationsfeld
			<b>Struktur der Materie</b>	<b>System</b>
Thema der Unterrichtssequenz (Stundenzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment/Medium	Kommentar
<b>Kreisbewegung und Zentripetalkraft</b> Eine Formel für die Zentripetalkraft (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Winkelgeschwindigkeit</li> <li>Periodendauer</li> <li>Bahngeschwindigkeit</li> <li>gleichförmige Kreisbewegung</li> <li>Zentripetalkraft</li> <li>Formeln für die Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung</li> </ul>	<p>... analysieren auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).</p> <p>... entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4).</p> <p>... analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6).</p>	<p><b>EVA:</b> Videoanalyse einer drehenden Kreisscheibe</p> <p><b>Experiment:</b> Messung der Zentripetalkraft mit dem Zentralkraftgerät (Cassy)</p> <p><b>Experiment:</b> Bestätigung, dass die Bahngeschwindigkeit tangential zur Kreisbahn gerichtet ist.</p>	<i>Veranschaulichung der Winkelgeschwindigkeit mithilfe der digitalen Videoanalyse</i>
<b>Das Gravitationsgesetz am Beispiel Newtons Mondrechnung</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravitationsgesetz</li> <li>Gravitationskonstante</li> </ul>	... analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).	<b>Experiment:</b> Versuch mit der Gravitationsdrehwaage	Herleitung des Gravitationsgesetzes anhand NEWTONS Mondrechnung

		... ermitteln mithilfe des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).	oder <b>Video:</b> Versuch mit der Gravitationsdrehwaage	Gravitationsgesetz und Gravitationskonstante Bestimmung der Masse und mittleren Dichte der Erde Historische Bestimmung von Erdradius und Abstand Erde - Mond Aufbau des Planetensystems
<b>Die KEPLER-Gesetze</b> (2 Ustd.)		... bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6). ... ermitteln mithilfe der KEPLER-Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6).	<b>GeoGebra-Datei:</b> Simulation einer Satellitenbahn	Entdeckung der KEPLER-Gesetze mithilfe einer Geometriesoftware
<b>Energie im Gravitationsfeld</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravitationsfeld</li> <li>• Feldstärke</li> <li>• Zugeführte Arbeit und potentielle Energie im Gravitationsfeld</li> <li>• Fluchtgeschwindigkeit</li> </ul>	<p>... beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6).</p> <p>... analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1).</p> <p>... verwenden Energiebilanzen, um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6).</p>		<p>Gravitationsfeld in Analogie zum magnetischen Feld, Definition der Feldstärke</p> <p>Berechnung der zuzuführenden Arbeit beim Hochheben im Gravitationsfeld, Berechnung der potentiellen Energie, Festlegung des Nullniveau</p>
<b>Von ARISTOTELES bis NEWTON</b> (2 Ustd.)		<p>... stellen Änderungen in den Vorstellungen zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7).</p> <p>... 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).</p>		Hier ist die Erarbeitung des Themas in Referaten denkbar.

<b>Internationale Raumstation ISS</b> (1 Ustd.)		... erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme und beziehen Stellung dazu (B2, B3).		
--	--	---	--	--

## Schwingungen in der Musik

Ca. 8 Ustd.

<b>Inhaltsfeld</b> Mechanik		<b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> • Straßenverkehr		
<b>Übergeordnete Kompetenzen (Schwerpunkte)</b>			<b>Verbindung zu den Basiskonzepten</b>	
<p>Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...</p> <p>... physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern (UF1).</p> <p>... Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).</p> <p>... kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).</p> <p>... Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären und vorhersagen (E6).</p>			<b>Wechselwirkungen</b> Wellen	<b>Energie</b> Eigenschwingungen und Resonanz
			<b>Struktur der Materie</b> Träger von Wellen	<b>System</b>
Thema der Unterrichtssequenz (Stundenzahl)	Inhalt / konzeptbezogene Sachverhalte	Kompetenzbereiche Die Schülerinnen und Schüler können ...	Schulinterne Absprachen	
			Experiment /Medium	Kommentar
<b>Mechanische Schwingungen</b> (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodizität, Gleichgewichtslage, Umkehrpunkte</li> <li>• Freie und erzwungene Schwingungen</li> </ul>	... beschreiben Schwingungen als Störungen eines Gleichgewichts (UF1, UF4).	<b>Experiment:</b> Schwingungen verschiedener Körper z.B. einer Stimmgabel	Abgrenzung der Schwingung von bereits bekannten Bewegungen
<b>Ursache und Beschreibung von Schwingungen</b> (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslenkung, Elongation, Amplitude,</li> <li>• Periodendauer, Frequenz</li> <li>• Rückstellkraft</li> </ul>	... analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus einer Wechselwirkungsperspektive (E1, UF1).	<b>Experiment:</b> Federpendel, Federpendel <b>Experiment:</b> Vergleich der Bewegung einer Pendelkugel mit der Projektion einer Kreisbewegung	Beschreibung von Schwingungen: Ursache von Schwingungen: Rückstellkraft Harmonische Schwingung: Beschreibung

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmonische Schwingung</li> <li>• Zeiger, Zeit-Elongation-Gesetz</li> </ul>	... beschreiben Schwingungen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4).		durch Zeiger, Zeit-Elongation-Gesetz <i>Mögliche Ergänzung: lineares Kraftgesetz</i>
<b>Energie einer Schwingung</b> (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie einer Schwingung</li> <li>• gedämpfte Schwingungen, Entdämpfung, Eigenfrequenz, Resonanz</li> </ul>	<p>... analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1).</p> <p>... erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).</p>	<p><b>Experiment:</b> horizontaler Federschwinger mit und ohne Schwingungserreger</p> <p><i>GoldWave-Datei (zu A2): abklingender Ton</i></p>	Energie der Schwingung eines ungedämpften vertikalen Federpendels

### 5.3.2.6 Qualifikationsphase

#### Kontext: *Erforschung des Photons*

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)

**Kompetenschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (7 Ustd.)	<p>veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3),</p> <p>bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> (E5),</p>	<p><b>Doppelspalt</b> und <b>Gitter, Wellenwanne</b></p> <p>quantitative Experimente mit Laserlicht</p>	<p>Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht</p> <p>Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (ggf. als Schülerpräsentation)</p> <p>Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter</p> <p>Sehr schön sichtbare Beugungsphänomene finden sich vielfach bei Meereswellen (s. Google-Earth)</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (7 Ustd.)	demonstrieren anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),	<b>Photoeffekt</b> Hallwachsversuch Vakuumphotозelle	Roter Faden: Von Hallwachs bis Elektronenbeugung Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben. Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden
<b>14 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Kontext: Erforschung des Elektrons

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Elementarladung (5 Ustd.)	erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),  untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).	schwebender Wattebausch <b>Millikanversuch</b> Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung) Auch als Simulation möglich	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung  Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren
Elektronenmasse (7 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),  bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),  modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),	<b>e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar</b>  auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft)  evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit) Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft:  Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder stromdurchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke.  Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.

Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (3 Ustd.)	erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).	<b>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</b>	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung
<b>15 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

### Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Licht und Materie (5 Ustd.)	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 <b>Doppelspalt</b> <b>Photoeffekt</b>	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik
<b>5 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Inhaltsfeld: *Elektrodynamik (GK)*

### Kontext: *Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren*

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<b>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</b>  Elektromagnetische Induktion  Induktionsspannung  (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),  definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),  bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),  werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „ <b>Leiterschaukelversuch</b> “  Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der <b>Leiterschaukel</b> )  Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird.  Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen $U$ , $v$ und $B$ .	Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele.  Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet.  Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeführt.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Technisch praktische Generatoren:</b>  Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen  (4 Ustd.)	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),  erläutern adressatenbezogenen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),	Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip  Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren	Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.
	erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),  werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).  führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit <b>Oszilloskop</b> und <b>digitalem Messwerterfassungssystem</b>	Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“</b></p> <p>Transformator (5 Ustd.)</p>	<p>erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</p> <p>ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2).</p> <p>geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p> <p>führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</p>	<p>diverse „Netzteile“ von Elektrokleingeräten (mit klassischem Transformator)</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen</p> <p>Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten</p> <p>ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit <b>Messwerterfassungssystem</b> zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes</p>	<p>Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt).</p> <p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen.</p> <p>Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.</p>
<p>Energieerhaltung Ohm'sche „Verluste“ (4 Ustd.)</p>	<p>verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),</p> <p>bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),</p> <p>zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),</p> <p>beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).</p>	<p><b>Modellexperiment</b> (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen</p>	<p>Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<b>18 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Lenz'sche Regel (4 Ustd.)	erläutern anhand des <i>Thomson'schen Ringversuchs</i> die Lenz'sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),	Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten  <b>Thomson'scher Ringversuch</b> diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.	Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet  Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

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

### Kontext: *Erforschung des Mikro- und Makrokosmos*

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler... erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),	Literaturrecherche, Schulbuch	Ausgewählte Beispiele für Atommodelle
Energieniveaus der Atomhülle (2 Ustd.)	erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),	Erzeugung von <b>Linienpektren</b> mithilfe von Gasentladungslampen	Deutung der Linienpektren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen (3 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	<b>Franck-Hertz-Versuch</b>	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)
Röntgenstrahlung (3 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	Aufnahme von <b>Röntgenspektren</b> (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)	Im Zuge der „Elemente der Quantenphysik“ kann die Röntgenstrahlung bereits als Umkehrung des Photoeffekts bearbeitet werden Mögliche Ergänzungen: Bremspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Sternspektren und Fraunhoferlinien (3 Ustd.)	interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1), erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2), stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),	<b>Flammenfärbung</b> Darstellung des <b>Sonnenspektrums</b> mit seinen <b>Fraunhoferlinien</b> <b>Spektralanalyse</b>	u. a. Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)
<b>13 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Kontext: Mensch und Strahlung

Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Strahlungsarten (2 Ustd.)	<p>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),</p> <p>erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5),</p> <p>bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),</p>	<p>Recherche</p> <p><b>Absorptionsexperimente zu <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</b></p>	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I
Elementumwandlung (1 Ustd.)	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),	Nuklidkarte	
Detektoren (3 Ustd.)	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung ( <i>Geiger-Müller-Zählrohr</i> ) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),	<b>Geiger-Müller-Zählrohr</b>	An dieser Stelle können Hinweise auf Halbleiterdetektoren gegeben werden.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie (3 Ustd.)</p>	<p>beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),</p> <p>bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),</p> <p>begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),</p> <p>erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2).</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4)</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),</p>	<p>ggf. Einsatz eines Films / eines Videos</p>	<p>Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.</p> <p>Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffen: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis</p>
<b>9 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Kontext: *Forschung am CERN und DESY*

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1). recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	Mögliche Schwerpunktsetzung: Paarerzeugung, Paarvernichtung,
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept (2 Ustd.)	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).	Lehrbuch, Animationen	Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## Inhaltsfeld: *Relativität von Raum und Zeit (GK)*

### Kontext: *Navigationssysteme*

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Relativität der Zeit (5 Ustd.)	<p>interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),</p> <p>erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7),</p> <p>erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfalls</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1).</p> <p>erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3),</p> <p>begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),</p> <p>erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),</p>	<p><b>Experiment von Michelson und Morley</b> (Computersimulation)</p> <p><b>Lichtuhr</b> (Gedankenexperiment / Computersimulation)</p> <p><b>Myonenzerfall</b> (Experimentepool der Universität Wuppertal)</p>	<p>Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen</p> <p>Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments</p> <p>Herleitung der Formel für die Zeitdilatation am Beispiel einer „bewegten Lichtuhr“.</p> <p>Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation. Betrachtet man das Bezugssystem der Myonen als ruhend, kann die Längenkontraktion der Atmosphäre plausibel gemacht werden.</p> <p>Die Formel für die Längenkontraktion wird angegeben.</p>
<b>5 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

### Kontext: Teilchenbeschleuniger

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (2 Ustd.)	erläutern die Funktionsweise eines <i>Zyklotrons</i> und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),	<b>Zyklotron</b> (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.
Ruhemasse und dynamische Masse (4 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1). zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)	Film / Video	Die Formeln für die dynamische Masse und $E=mc^2$ werden als deduktiv herleitbar angegeben.  Erzeugung und Vernichtung von Teilchen,  Hier können Texte und Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Das heutige Weltbild**

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7), beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)	Lehrbuch, Film / Video	
<b>2 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

## **6 Leistungsbewertung im Fach Physik**

### **6.1 Allgemeine Grundsätze der Leistungsbewertung**

Unsere Schule ist ein Ort gemeinsamen Lebens und Lernens in sozialer Verantwortung, in dem gegenseitiger Respekt, Höflichkeit und Toleranz die Grundlage für gemeinsames Lernen und vertrauensvolle Zusammenarbeit sind. Jedes Kind soll in einer positiven Lernatmosphäre seine Talente und seine Fähigkeiten entdecken und seine Persönlichkeit im sozialen Miteinander frei entfalten können. Die Grundlage der Leistungsbewertung im Fach Physik stellen die Paragraphen § 48 des Schulgesetzes sowie § 6 (1) (2) der APO -SI dar. Im Einzelnen gelten folgende Regelungen:

### **6.2 Leistungsbewertung in der Sekundarstufe I**

#### **6.2.1 Kriterien der Leistungsbewertung**

##### **mündliche, schriftliche und praktische Mitarbeit im Unterricht**

- Beiträge zur Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von fachlichen Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen
- Erstellen von Protokollen und schriftliche Bearbeitung von Aufgaben auch in Form von Plakaten oder digitalen Medien, Anfertigung von Modellen
- Erstellen und Vortragen eines Referates
- Analyse und Interpretation von Texten, Grafiken oder Diagrammen
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten unter korrekter Verwendung der Fachsprache
- selbstständige Planung von Experimenten
- Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbstständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit der Durchführung
- effektives Arbeiten durch Teamfähigkeit bei Schülerexperimenten und anderen Partner- und Gruppenarbeiten

### **schriftliche Überprüfungen:**

Diese sollen in den einzelnen Jahrgangsstufen verschiedene Aufgabentypen in Bezug auf die Anforderungen (Text, Berechnung, Zeichnung, Diagramm, Versuch) und den entsprechenden Schwierigkeitsgrad enthalten.

#### **6.2.2 Gewichtung der Leistungsbewertung**

- Mitarbeit im Unterricht, Durchführung von Schülerexperimenten, Hausaufgaben, Heftführung, Referate, Protokolle, Postergestaltung, Projektarbeiten einschließlich Dokumentation z.B. als Lerntagebuch (70-80 %)
- schriftliche Überprüfungen (20-30 %)

Die drei Kompetenzbereiche Kommunikation, Bewertung und Erkenntnisgewinnung sollen dabei in hinreichender Form berücksichtigt werden. Umfang und Schwerpunktbildung sollen jeweils den Jahrgangsstufen angepasst berücksichtigt werden. In dem Jahrgang 6 wird verstärkt auf phänomenologischer Ebene gearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben in erster Linie Naturphänomene. In den Jahrgangsstufen 8 und 10 sollten auch komplexere Fertigkeiten wie Beschreiben und Erklären, Herstellen von Zusammenhängen, Bewertung von Daten und Versuchsergebnissen sowie Darstellung quantitativer Zusammenhänge in die Bewertung einbezogen werden.

### **6.3 Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II**

Die Gesamtnote setzt sich zu gleichen Anteilen aus den Bereichen „Sons-tige Mitarbeit“ und „Klausuren“ zusammen und orientiert sich an den Kom-petenzen des Lehrplans.

### **6.3.1 Sonstige Mitarbeit**

- . Häufigkeit der Beteiligung
- . Korrekte fachliche Darstellung
  - . Benutzung von Fachbegriffen
  - . Benutzung von Symbolen
  - . Inhaltliche Dimension der Präsentation von Ergebnissen
  - . Fähigkeit zur Verschriftlichung/Visualisierung
- . Anforderungsbereich I, II, III (Reproduktion/Reorganisation/Transfer)
  - . Formulierung erarbeiteter Fachzusammenhänge
  - . Beiträge, die zur Problemlösung beitragen (Kreativität/Transfer/Hypothesenbildung)
- . Sachorientiertes Arbeiten insbesondere auch bei Partner-/Gruppenarbeit
  - . Selbstständiges Auseinandersetzen mit der Aufgabenstellung/Material
  - . Anstrengungsbereitschaft
  - . Gruppenarbeit organisieren/durchführen
- . Kommunikation
  - . Verständlichkeit von Beiträgen
  - . Eingehen auf die Beiträge Anderer (Kommunizieren, Argumentieren)
- . Arbeitsmethoden
  - . Erstellen von Protokollen, Präsentationen, Modellen

- . Gruppenarbeit organisieren/durchführen
- . Methodische Qualität der Präsentation von Ergebnissen
  
- . besondere Leistungen
  - . Referate, Präsentationen
  - . längere (Tafel-)Vorträge
  - . Unterrichtsprojekte
  - . schriftliche Überprüfungen

### **6.3.2 Klausuren**

- . Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben des Curriculums für das Fach Physik in der Oberstufe. Bei Spannbreiten soll nach Möglichkeit das Minimum gewählt werden.
  
- . Die Notenfestsetzung erfolgt nach dem Schlüssel für die gymnasiale Oberstufe im Fach Physik.

Die formal physikalisch-mathematische Darstellung sowie die Darstellung des Lösungsweges, die richtige Benutzung der Fachsprache und der deutschen Sprache werden bei der Beurteilung der Klausuren nach den Vorgaben im Curriculum mit berücksichtigt.

Die Notenstufen richten sich nach den Vorgaben:

Ungenügend: es werden weniger als 20% der Punkte erzielt.

Mangelhaft: es werden weniger als 40% der Punkte erzielt.

Ausreichend: es werden weniger als 55% der Punkte erzielt.

Befriedigend: es werden weniger als 70% der Punkte erzielt.

Gut: es werden weniger als 85% der Punkte erzielt.

Sehr Gut: es werden mindestens 85% der Punkte erreicht.

## **7 Evaluation und Qualitätssicherung**

### **7.1 Grundsätze zur Arbeit in der Fachgruppe**

Die Fachkonferenz tagt mindestens einmal pro Halbjahr. Der Fachkonferenzvorsitzende lädt zu den Fachkonferenzen schriftlich ein und legt die Tagesordnung fest.

### **7.2 Evaluation**

Die Fachgruppe evaluiert jährlich das schulinterne Curriculum. Das schulinterne Curriculum wird gegebenenfalls angepasst.