



Ursulinenschulen Werl  
Gymnasium

# URSULINENSCHULEN WERL – GYMNASIUM SCHULINTERNES CURRICULUM PHYSIK

Mit Leistungsbewertungskonzept

Stand 01/2022

**Schulinternes Curriculum zum Kernlehrplan Physik für die Sek I**

<b>Übersicht</b>	<b>1</b>
<b>1 Die Fachgruppe Physik am Gymnasium der Ursulinenschulen Werl</b>	<b>4</b>
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>5</b>
2.1 Bezug zum Schulprogramm	5
2.2 Leitbild der katholischen Schulen in Trägerschaft des Erzbistums Paderborn	6
2.3 Bezug zum Medienkompetenzrahmen NRW	7
2.4 Bezug zu den Rahmenvorgaben Verbraucherbildung in Schulen	8
2.5 Physik in Europa und der ganzen Welt	9
2.6 Individuelle Förderung im Rahmen des Physikunterrichts	11
2.7 Übersicht über die Unterrichtsinhalte und Kompetenzvermittlung	12
2.7.1 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 6	13
2.7.2 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 7	53
2.7.3 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 8	79
2.7.4 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 9	104
2.7.5 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 10	115
2.7.6 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe EF	125
2.7.7 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Qualifikationsphase	134
2.8 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	188

<b>2.9</b>	<b>Die Leistungsbewertung in der Sek I</b>	<b>191</b>
2.9.1	Schriftliche Übungen	192
2.9.2	Sonstige Leistungen	192
2.9.3	Übersicht über die Kriterien zur Bewertung der mündlichen Leistungen	192
2.9.4	Bildung der Zeugnisnote	192
2.9.5	Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung beim Distanzunterricht	192
<b>2.10</b>	<b>Die Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sek II</b>	<b>195</b>
<b>2.11</b>	<b>Lehr- und Lernmittel</b>	<b>195</b>
2.11.1	Übersicht über die an der Schule eingeführten Lehrwerke und Unterrichtsmaterialien	195
2.11.2	Allgemeines	195
<b>3</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>196</b>
<b>3.1</b>	<b>Qualitätssicherung</b>	<b>196</b>
<b>3.2</b>	<b>Evaluation des schulinternen Curriculums</b>	<b>196</b>

# 1 Die Fachgruppe Physik am Ursulinengymnasium

Der Physikunterricht wird auf der Grundlage der verbindlichen Stundentafel erteilt:

## Sek I:

Klasse 6-I:	2-stündig	
Klasse 6-II:	2-stündig	
Klasse 7-I:	2-stündig	
Klasse 7-II:	1-stündig	
Klasse 8-I:	1-stündig (BiLi-Klassen)	2-stündig (NaWi-Klassen)
Klasse 8-II:	1-stündig (BiLi-Klassen)	2-stündig (NaWi-Klassen)
Klasse 9-I:	1-stündig	
Klasse 9-II:	2-stündig	
Klasse 10-I:	2-stündig	
Klasse 10-II:	2-stündig	

## Einführungsphase:

EF GK: 3-stündig

## Qualifikationsphase:

Q1 GK	3-stündig	Q1 LK	5-stündig
Q2 GK	3-stündig	Q2 LK	5-stündig

Für den Regelunterricht in den Sekundarstufen I und II gelten die **Kernlehrpläne** Physik für die Sekundarstufe I und II (Gymnasium/Gesamtschule). Der Physikunterricht wird in den betroffenen Jahrgangsstufen gemäß Stundentafel erteilt.

Die **Namen** und **Aufgabenbereiche** des Fachvorsitzenden und seiner Vertreterin sowie der anderen Mitglieder der Fachkonferenz Physik lassen sich der folgenden Tabelle entnehmen:

Name	Funktion/ Aufgabenbereich	Kontakt
AUSTERMANN, Antje		
KIENAST, Dr. Stephan	Fachvorsitz Abteilungsleitung UG Sammlungsleitung UG	
LAMMERS, Martin		
POLHOUT, Denis		
SLIWA, Ann-Kathrin	Abteilungsleitung UR	
SPIERLING, Maike		
WESSELER, Andreas		

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Bezug zum Schulprogramm

Unser Schulprogramm ist seit 2000 ständig modifiziert und weiterentwickelt worden, wobei die prinzipiellen Überlegung, ein breites Angebot zu bieten und erst nach und nach auf Spezialisierung zu setzen, beibehalten wurde. Der Bildungsgang am Ursulinengymnasium ist geprägt von dem Grundsatz „gemeinsam beginnen – gründlich ausbilden – individuell fördern – Schwerpunkte wählen“. Wir haben dazu sechs Schwerpunktbereiche entwickelt und ausgebaut. Den Schülerinnen und Schülern werden ein sprachlicher (u.a. Bilingualität), ein naturwissenschaftlicher (MINT-Schule), ein gesellschaftswissenschaftlicher (u.a. Sozialpraktikum) und ein musikalischer Schwerpunktbereich (Musik plus) angeboten. Diese Bereiche können auch individuell miteinander kombiniert werden. Darüber hinaus legen wir auch besonderen Wert auf die Vermittlung eines methodischen Lernens und die beratende Begleitung unserer Schülerinnen und Schüler in schulischen und privaten Angelegenheiten.

Weil sie Grundlage einer katholisch-christlichen Schule ist, prägt die Schulseelsorge in besonderer Weise unser Profil. Als Schulgemeinde wollen wir „Miteinander . Leben . Entdecken“. Darauf sind unsere schulischen Aktivitäten ausgerichtet und abgestimmt. Für die Umsetzung dieses Angebotes arbeiten wir auch eng mit der Ursulinenrealschule zusammen. Das ermöglicht problemlose Übergänge zwischen beiden Schulformen, fördert innerhalb des gemeinsamen Kollegiums der „Ursulinenschulen Werl“ den pädagogischen Austausch und trägt dazu bei, das Zusammengehörigkeitsgefühl unserer Schülerinnen und Schüler beider Schulformen weiterzuentwickeln.

Auch mit dem Mariengymnasium in Werl arbeiten wir kooperativ zusammen, um das Bildungsangebot für die Schüler möglichst breit aufzustellen. Die Ausgestaltung der „Ursulinenschulen Werl“ als Zusammenführung zweier getrennter Schulformen unter einem organisatorischen Dach sowie die Umsetzung einer gemeinsamen Grundidee von Lernen wird auch in Zukunft zu ständigen Weiterentwicklungen und vertiefter Zusammenarbeit der Schulformen führen. Schulprogrammarbeit ist ein Prozess.

## 2.2 Bezug zum Leitbild

Anknüpfungspunkte zum Leitbild liefert vor allem der sechste Abschnitt:

6.

### Die Welt als Schöpfung:

## Zur Verantwortung bereit sein

Katholisch sein heißt, die Schöpfung grundsätzlich positiv zu bewerten. Aus der Tradition heraus ist das Katholische bestimmt von einer umfassenden Freude am Leben und an der Güte der Welt. Mensch und Welt sind ein Geschenk Gottes und sprechen zeichenhaft von ihm. Der Mensch ist Sachwalter Gottes in dieser Welt und muss sich ihm gegenüber verantworten. Die Welt gehört nicht uns. Unser Auftrag ist, sie zu „bewahren und zu behüten“. An unseren Schulen sollen junge Menschen, die später einmal in unterschiedlichen Bereichen Verantwortung tragen werden, auf diese Aufgabe vorbereitet werden.

Eine ausführlichere Darstellung dieser Aspekte findet sich in den „SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS“ von UNICEF. Die Vereinten Nationen haben neue Entwicklungsziele vereinbart, die uns wirtschaftlich, sozial und ökologisch voranbringen sollen. Bis zum Jahr 2030 sollen Armut und Hunger besiegt werden, alle Kinder zur Schule gehen können, vermeidbare Ursachen von Kindersterblichkeit abgeschafft, Erde und Umwelt geschützt und Ungleichheiten bekämpft werden. Wir alle können zur Umsetzung dieser Ziele etwas beitragen und uns für eine bessere, gerechtere Welt ohne Ausbeutung und Gewalt einsetzen.



Im schulinternen Curriculum Physik werden die Ziele unter Verwendung der Codierung UN 01 bis UN 17 aufgegriffen.

### 2.3 Bezug zum Medienkompetenzrahmen NRW

Bildung ist der entscheidende Schlüssel, um alle Heranwachsenden an den Chancen des digitalen Wandels teilhaben zu lassen. Allen Kindern und Jugendlichen sollen die erforderlichen Schlüsselqualifikationen und eine erfolgreiche berufliche Orientierung bis zum Ende ihrer Schullaufbahn vermittelt und eine gesellschaftliche Partizipation sowie ein selbstbestimmtes Leben ermöglicht werden. Ziel ist es, sie zu einem sicheren, kreativen und verantwortungsvollen Umgang mit Medien zu befähigen und neben einer umfassenden Medienkompetenz auch eine informatische Grundbildung zu vermitteln.

Das Kompetenzmodell »Kompetenzen in der digitalen Welt« der Kultusministerkonferenz hat neue Anforderungen an schulisches Lernen formuliert. Mit dem im Dezember 2016 verabschiedeten Papier haben sich alle Bundesländer verpflichtet, im Bereich der Bildung in einer mediatisierten Welt einen Schwerpunkt ihrer Arbeit zu setzen. Mit diesem Verständnis von erforderlichen Kompetenzen für das Lernen in der digitalen Welt ist die Grundlage für aktuelle und zukünftige Entwicklungen in den Bundesländern gelegt.

Mit dem Medienkompetenzrahmen NRW werden diese bundesweiten Bildungsstandards umgesetzt.



1. BEDIENEN UND ANWENDEN	2. INFORMIEREN UND RECHERCHIEREN	3. KOMMUNIZIEREN UND KOOPERIEREN	4. PRODUZIEREN UND PRÄSENTIEREN	5. ANALYSIEREN UND REFLEKTIEREN	6. PROBLEMLÖSEN UND MODELLIEREN
<b>1.1 Medianausstattung (Hardware)</b> Medianausstattung (Hardware) kennen, auswählen und reflektiert anwenden; mit dieser verantwortungsvoll umgehen	<b>2.1 Informationsrecherche</b> Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden	<b>3.1 Kommunikations- und Kooperationsprozesse</b> Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit digitalen Werkzeugen zielgerichtet gestalten sowie mediale Produkte und Informationen teilen	<b>4.1 Medienproduktion und Präsentation</b> Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen	<b>5.1 Medienanalyse</b> Die Vielfalt der Medien, ihre Entwicklung und Bedeutungen kennen, analysieren und reflektieren	<b>6.1 Prinzipien der digitalen Welt</b> Grundlegende Prinzipien und Funktionsweisen der digitalen Welt identifizieren, kennen, verstehen und bewusst nutzen
<b>1.2 Digitale Werkzeuge</b> Verschiedene digitale Werkzeuge und deren Funktionsumfang kennen, auswählen sowie diese kreativ, reflektiert und zielgerichtet einsetzen	<b>2.2 Informationsauswertung</b> Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten	<b>3.2 Kommunikations- und Kooperationsregeln</b> Regeln für digitale Kommunikation und Kooperation kennen, formulieren und einhalten	<b>4.2 Gestaltungsmittel</b> Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen	<b>5.2 Meinungsbildung</b> Die interessengeleitete Setzung und Verbreitung von Themen in Medien erkennen sowie in Bezug auf die Meinungsbildung beurteilen	<b>6.2 Algorithmen erkennen</b> Algorithmische Muster und Strukturen in verschiedenen Kontexten erkennen, nachvollziehen und reflektieren
<b>1.3 Datenorganisation</b> Informationen und Daten sicher speichern, wiedergeben und von verschiedenen Orten abrufen; Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren	<b>2.3 Informationsbewertung</b> Informationen, Daten und ihre Quellen sowie dahinterliegende Strategien und Absichten erkennen und kritisch bewerten	<b>3.3 Kommunikation und Kooperation in der Gesellschaft</b> Kommunikations- und Kooperationsprozesse im Sinne einer aktiven Teilhabe an der Gesellschaft gestalten und reflektieren; ethische Grundsätze sowie kulturell-gesellschaftliche Normen beachten	<b>4.3 Quelldokumentation</b> Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden	<b>5.3 Identitätsbildung</b> Chancen und Herausforderungen von Medien für die Realitätswahrnehmung erkennen und analysieren sowie für die eigene Identitätsbildung nutzen	<b>6.3 Modellieren und Programmieren</b> Probleme formalisiert beschreiben, Problemlösestrategien entwickeln und dazu eine strukturierte, algorithmische Sequenz planen; diese auch durch Programmieren umsetzen und die gefundene Lösungsstrategie beurteilen
<b>1.4 Datenschutz und Informationssicherheit</b> Verantwortungsvoll mit persönlichen und fremden Daten umgehen; Datenschutz, Privatsphäre und Informationssicherheit beachten	<b>2.4 Informationskritik</b> Unangemessene und gefährdende Medieninhalte erkennen und hinsichtlich rechtlicher Grundlagen sowie gesellschaftlicher Normen und Werte einschätzen; Jugend- und Verbraucherschutz kennen und Hilfs- und Unterstützungsstrukturen nutzen	<b>3.4 Cybergewalt und -kriminalität</b> Persönliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Risiken und Auswirkungen von Cybergewalt und -kriminalität erkennen sowie Ansprechpartner und Reaktionsmöglichkeiten kennen und nutzen	<b>4.4 Rechtliche Grundlagen</b> Rechtliche Grundlagen des Persönlichkeits- (u.a. des Bildrechts), Urheber- und Nutzungsrechts (u.a. Lizenzen) überprüfen, bewerten und beachten	<b>5.4 Selbstregulierte Mediennutzung</b> Medien und ihre Wirkungen beschreiben, kritisch reflektieren und deren Nutzung selbstverantwortlich regulieren; andere bei ihrer Mediennutzung unterstützen	<b>6.4 Bedeutung von Algorithmen</b> Einflüsse von Algorithmen und Auswirkung der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt beschreiben und reflektieren



Im schulinternen Curriculum Physik werden die Ziele unter Verwendung der Codierung MK 1.1 bis MK 6.1 aufgegriffen.

## 2.4 Bezug zu den Rahmenvorgaben Verbraucherbildung in Schulen

Für Kinder und Jugendliche ist es eine große Herausforderung, in der vielfältigen und komplexen Welt der Waren und Dienstleistungen reflektiert und selbstbestimmt einen eigenen Weg zu finden. Verbraucherbildung vermittelt Schülerinnen und Schülern das Wissen und die Kompetenzen, die reflektierte Entscheidungen ermöglichen – für ihren Alltag, in ihren Rollen als Wirtschaftsbürgerin und Wirtschaftsbürger und als Staatsbürgerin und Staatsbürger. Die nachfolgende Übersicht benennt obligatorische Bereiche der Verbraucherbildung, die sich an die Aspekte der Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz zur Verbraucherbildung (vgl. Beschluss der KMK "Verbraucherbildung an Schulen", 2013) und Bildung für nachhaltige Entwicklung sowie an die gültigen curricularen Vorgaben in NRW anlehnen. Die Bereiche der Verbraucherbildung bilden den Rahmen für die inhaltliche Ausrichtung und Generierung von Unterrichtsvorhaben zur Verbraucherbildung innerhalb der fachspezifischen schulinternen Lehrpläne bzw. des Unterrichts.

Übergreifender Bereich			
Allgemeiner Konsum			
Bereich A	Bereich B	Bereich C	Bereich D
Finanzen, Marktgeschehen und Verbraucherrecht	Ernährung und Gesundheit	Medien und Information in der digitalen Welt	Leben, Wohnen und Mobilität

Die Kernlehrpläne bieten den curricularen Rahmen für vielfältige Lernanlässe.

### Bereich A – Finanzen, Marktgeschehen und Verbraucherrecht

Zu diesem Bereich lassen sich im Physik-Unterricht keine Bezüge herstellen.

### Bereich B – Ernährung und Gesundheit

- B1 Gesundheitsförderliche und nachhaltige Lebensführung und Ernährung
- B2 Geschmacksbildung und Esskulturen
- B3 Nahrungsproduktion und -zubereitung, Produktionsketten
- B4 Lebensmittelsicherheit und -kennzeichnung
- B5 Suchtprophylaxe und Drogenprävention

### Bereich C – Medien und Information in der digitalen Welt

- C1 Medienwahrnehmung, -analyse, -nutzung und -sicherheit
- C2 Informationsbeschaffung und -bewertung
- C3 Datenschutz und Urheberrechte, Verwertung privater Daten
- C4 Cybermobbing und Privatsphäre
- C5 Onlinehandel

### Bereich D – Leben, Wohnen und Mobilität

- D1 Lebensstile, Trends, Moden
- D2 Wohnen und Zusammenleben
- D3 Haushaltsführung
- D4 Energie- und Ressourceneffizienz, Klimaschutz
- D5 Mobilität und Reisen

Im schulinternen Curriculum Physik werden die Vorgaben unter Verwendung der Codierung VB B1 bis VB D5 aufgegriffen.



## 2.5 Physik in Europa und der ganzen Welt

Naturwissenschaftliche Forschung ist in der heutigen Zeit auf nationaler Ebene kaum mehr zu schultern. Vor allem im Bereich der Grundlagenforschung (in Abgrenzung zur angewandten Forschung und vor allem zur Industrieforschung) sind neben den geistigen auch enorme finanzielle Ressourcen nötig.

Aus diesem Grund hat z. B. am 27. Februar 2007 der **Europäische Forschungsrat** die Arbeit aufgenommen. Das Programm soll u. a. dazu dienen, die EU als Forschungsstandort für Hochqualifizierte attraktiver zu machen, herausragende Wissenschaftstalente besser zu identifizieren und personelle Lücken in der Spitzenforschung aufzufüllen.

Ein Beispiel für weltweite Kooperation ist **UNITAR**, das Ausbildungs- und Forschungsinstitut der Vereinten Nationen. Vor allem die Arbeitsbereiche „Förderung von Umweltverträglichkeit und grüner Entwicklung“ sowie „Forschung und technologische Anwendungen“ liefern reichlich Anknüpfungspunkte für den Physikunterricht.

Im Verlauf der letzten Jahre ist aber ein „neuer“ Aspekt in den Fokus des europäischen Interesses gerückt: Klimawandel und Umweltzerstörung sind existenzielle Bedrohungen für Europa und die Welt. Deshalb braucht Europa eine neue Wachstumsstrategie, wenn der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft gelingen soll, in der ...

bis 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden

das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung abgekoppelt wird

niemand, weder Mensch noch Region, im Stich gelassen wird.

Der europäische **GREEN DEAL** ist der Fahrplan für eine nachhaltige EU-Wirtschaft. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem klima- und umweltpolitische Herausforderungen in allen Politikbereichen als Chancen gesehen werden, wobei der Übergang für alle gerecht und inklusiv gestaltet werden muss.

Die zehn wichtigsten Punkte des GREEN DEAL können wie folgt zusammengefasst werden:

GD 1: Ein „klimaneutrales“ Europa

GD 2: Kreislaufwirtschaft

GD 3: Gebäude und Renovierung

GD 4: Keine Umweltverschmutzung

GD 5: Ökosysteme & Biodiversität

GD 6: „Vom Hof auf den Tisch“

GD 7: Mobilität und Verkehr

GD 8: Finanzen

GD 9: Wissenschaft und Innovation

GD 10: Außenbeziehungen

Im schulinternen Curriculum Physik werden die Vorgaben unter Verwendung der Codierung GD 1 bis GD 10 aufgegriffen.

Die Bedeutung lässt sich am besten am Beispiel konkreter Projekte erschließen. Aus diesem Grund werden im Rahmen des Physikunterrichts regelmäßig Bezüge zu entsprechenden Projekten hergestellt, z. B.:

8.2	Vom optischen Phänomen zum optischen Gerät	DESERTEC
8.3	Das Universum	ESA / UNOSAT
9.5	Im Mikrokosmos auf den Spuren der Elektrizität	DESERTEC
10.5	Ionisierende Strahlung	CERN

## 2.6 Individuelle Förderung im Rahmen des Physikunterrichts

Damit der Physikunterricht erfolgreich gelingen kann und die Schülerinnen und Schüler die an sie gestellten Herausforderungen bewältigen können, funktioniert die individuelle Förderung im Rahmen des Physikunterrichts nicht ohne eine entsprechende Diagnose. Diese erfolgt zunächst zu Beginn der Unterrichtseinheit zur Erhebung der Lernausgangslage der Schülerinnen und Schüler, z.B. durch entsprechende Kurzttest, Selbstdiagnosebögen oder Vorwissensabfrage. Zum Abschluss der Reihe erfolgt eine Überprüfung der angebahnten oder vertieften Kompetenzen.

Folgende Möglichkeiten zur individuellen Förderung stehen den Lehrenden zur Verfügung. Diese werden von den Kolleginnen und Kollegen nach eigenem Ermessen und Notwendigkeit an verschiedenen Stellen der unterrichtlichen Prozesse in Abhängigkeit der Lerngruppe eingesetzt.

- Individuelle Aufgaben für einzelne Lernenden
- Aufgabenstellungen unterschiedlicher Komplexität und Schwierigkeit
- Hilfestellungen, z.B. in Form von Hilfekarten oder Expertenschülerinnen- und Schülern bei der Bearbeitung von Aufgaben oder der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Explizite Übungsphasen zur Anwendung und Vertiefung
- Schulportal- oder Padlet-basierte Lernumgebungen mit gestuften Aufgabenformaten
- Individuelle Beratung während individueller Lernzeiten
- Mündliche und schriftliche Rückmeldung in verschiedenen Phasen des Unterrichts als knappes Feed-Back
- Möglichkeit der Teilnahme an Wettbewerben (u.a. EXKURS [schulinterner Experimentalwettbewerb], freestyle-physics, Gedankenblitz, Schülerwettbewerb der Bayer-AG in Kooperation mit der TU Dortmund, Internationale Physik-Olympiade, ...)

## 2.7 Übersicht über die Unterrichtsinhalte und Kompetenzvermittlung

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan insgesamt besitzt den Anspruch, die im Kernlehrplan aufgeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, die im Kernlehrplan beschriebenen Kompetenzen bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden an dieser Stelle schwerpunktmäßig zu erwerbende Kompetenzen ausgewiesen. Der teilweise ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, sind im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Verwendete Kontexte, Inhalte, Methoden und Medien können individuell angepasst werden, solange gewährleistet ist, dass die aufgeführten Kompetenzen ausgebildet und entwickelt werden.

**2.7.1 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 6**

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

**Verwendete Abkürzungen:**

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

## Physik – eine experimentelle Naturwissenschaft! [6\_1]

**Inhaltsfeld 1: Temperatur und Wärme**

**Inhaltliche Schwerpunkte: Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung**

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

an Beispielen aus Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben (UF1, UF4)

aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3),

erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen sowie Daten aus Diagrammen entnehmen (E4, E5, K1),

**Beiträge zu Basiskonzepten:**

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	„Physik – eine experimentelle Naturwissenschaft“	F Einstieg		
Neugierphase	Was heißt das denn überhaupt? Wer kennt welches Experiment aus der Grundschule? ... ... und jetzt wird es Zeit, dass wir auch ein Experiment machen!!!	oUG		
Arbeitsphase 1	<b>Das Verhalten von Gasen bei Erwärmung und Abkühlung</b>  Die SuS führen das Experiment ausgehend von den Informationen auf der Folie nach bestem Wissen und Gewissen durch.	F Versuchsaufbau  VV Verhalten von Gasen 1		
Arbeitsphase 2	<b>Das Protokoll</b>  Vom Gespräch mit Verwandten und Bekannten zum Kontakt mit Brieffreunden  1) Geräte 2) Aufbau 3) Durchführung 4) Beobachtung (Ergebnis) 5) Auswertung  <u>Ergänzung:</u> Alle Gase dehnen sich bei Erwärmung aus. Sie Vergrößern ihr Volumen. Bei Abkühlung ziehen sie sich zusammen. Sie verringern ihr Volumen.	oUG  Chaosaufbau / Gerätequiz / ...  entUG  L-Impuls		

Vertiefungsphase 1		VV Verhalten von Gasen 2	Der Versuch kann auch als Heimexperiment ausgegliedert werden.	
Vertiefungsphase 2	Übungsaufgaben	Wärmelehre 1a Wärmelehre 1b Wärmelehre 1c Wärmelehre 1d Wärmelehre 1e  F Altar des Philon		
Vertiefungsphase 3		AB P1a (Wasserstoff – Treibstoff der Zukunft?)	UN 07 UN 13  VB D4 VB D5  GD 1 GD 7	



## Gefahren im Alltag – die Physik kann helfen (I) [6\_2]

**Inhaltsfeld 1:** Temperatur und Wärme

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

an Beispielen aus Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben (UF1, UF4)

aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3),

erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen sowie Daten aus Diagrammen entnehmen (E4, E5, K1),

reflektiert und verantwortungsvoll Schutzmaßnahmen gegen Gefahren durch Verbrennung und Unterkühlung begründen (B1, B2, B3, B4).

**Beiträge zu Basiskonzepten:**

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Die Katastrophe	ME Los Alfaques <u>Alternative</u> AB Los Alfaques	Das Medienelement zeigt drastische Bilder, u. a. mit verbrannten Körpern. Das kann für SuS der 6. Klasse zu heftig sein.	
Neugierphase	Der Ursache auf der Spur  <b>Hypothese</b> Wenn sich Gase beim Erwärmen ausdehnen, so könnte das genauso auch für Flüssigkeiten gelten.	ent UG		
Arbeitsphase 1	<b>Das Verhalten von Flüssigkeiten bei Erwärmung und Abkühlung</b>  Die SuS führen das Experiment ausgehend von der Versuchsvorschrift sachgerecht durch und erstellen ein Protokoll.  (Fast) alle Flüssigkeiten dehnen sich bei Erwärmung aus. Sie Vergrößern ihr Volumen. Bei Abkühlung ziehen sie sich zusammen. Sie verringern ihr Volumen. Diese Effekte sind bei verschiedenen Flüssigkeiten unterschiedlich groß.	VV Verhalten von Flüssigkeiten 1 <u>Alternative</u>  VV Verhalten von Flüssigkeiten 2	Je nach Niveau der Klasse kann das Experiment auch gemeinsam mit den SuS geplant werden.  Das „fast“ sollte im Tafelbild auftauchen, da später auf jeden fall die „Anomalie des Wassers“ noch thematisiert wird.	

<p>Arbeitsphase 2</p>	<p>Ausnutzen des Effektes bei einer Sprinkleranlage</p> <p>Übungsaufgaben</p>	<p>AB Die Sprinkleranlage</p> <p>Wärmelehre 1k Wärmelehre 1o</p> <p>AB P2a (Sonnenkollektoren und Druckausgleichsgefäß)</p>	<p>Streng genommen handelt es sich hier um eine vorgezogenen Sicherungsphase.</p> <p>UN 07 UN 13</p> <p>VB D4</p> <p>GD 1 GD 3 GD 9</p>	
<p>Arbeitsphase 3</p>	<p><b>Zum Gebrauch eines Gasbrenners</b></p> <p>Mit einem Gasbrenner können im Labor hohe Temperaturen erzeugt werden.</p>	<p>F Gasbrenner IB Gasbrenner ME Gasbrenner / AB Gasbrenner</p>	<p>Dieser Exkurs ist dann nötig, wenn der Gasbrenner noch in keinem anderen Fach eingeführt wurde.</p>	

<p>Arbeitsphase 4</p>	<p><b>Das Verhalten von Feststoffen bei Erwärmung und Abkühlung</b></p> <p>Die SuS führen das Experiment ausgehend von der Versuchsvorschrift sachgerecht durch und erstellen ein Protokoll.</p> <p>Alle Feststoffe dehnen sich bei Erwärmung aus. Sie Vergrößern ihr Volumen. Bei Abkühlung ziehen sie sich zusammen. Sie verringern ihr Volumen. Diese Effekte sind bei verschiedenen Feststoffen unterschiedlich groß.</p>	<p>VV Verhalten von Feststoffen 1</p> <p><u>Alternative</u></p> <p>ME Wärmeausdehnung</p>	<p>Der Versuch ist, nicht nur aufgrund des Gebrauchs eines Gasbrenners, sehr anspruchsvoll. Deshalb wurde zu dem Versuch ein Medienelement erstellt.</p>	
<p>Arbeitsphase 5</p>	<p>Übungsaufgaben</p>	<p>Wärmelehre 1s – 1v Wärmelehre 1t</p> <p><b>AB Zuganglück</b></p>	<p>Streng genommen handelt es sich hier um eine vorgezogenen Sicherungsphase.</p>	
<p>Arbeitsphase 6</p>	<p><b>Das Verhalten von Bimetallen</b></p> <p>Der Bimetallschalter Die SuS führen das Experiment ausgehend von der Versuchsvorschrift sachgerecht durch und erstellen ein Protokoll.</p> <p>Ausnutzen des Effektes bei einem Feuermelder</p>	<p>VV Bimetall</p> <p>AB Bimetall 1</p> <p><b>VV Feuermelder</b></p>	<p>Fakultativ, da nicht mehr im Lehrplan enthalten</p> <p>VB D2</p>	

Arbeitsphase 7	Übungsaufgaben	Altes Cornelsen-Buch Seite 58 – 60	Streng genommen handelt es sich hier um eine vorgezogenen Sicherungsphase.	
Vertiefungsphase 1		Arbeit mit dem Buch	Weitere Sicherungsphasen wurden schon vorher in den Unterrichtsverlauf integriert.	

## Wege in die Welt des Kleinen! [6\_3]

**Inhaltsfeld 1:** Temperatur und Wärme

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3),

Aggregatzustände, Übergänge zwischen ihnen sowie die Wärmeausdehnung von Stoffen mit einem einfachen Teilchenmodell erklären (E6, UF1, UF3),

Temperaturen mit analogen und digitalen Instrumenten messen (E2, E1).

erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen sowie Daten aus Diagrammen entnehmen (E4, E5, K1).

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Struktur der Materie: Der Aufbau von Stoffen und die Änderung von Aggregatzuständen lassen sich mit einem einfachen Teilchenmodell erklären.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Versuch zum Verhalten von Feststoffen bei Temperaturänderungen	VV Heiße Kugel	Um einen Anschluss an die Neugierphase zu bekommen, muss an dieser Stelle das Temperaturverhalten eines Feststoffes betrachtet werden.	
Neugierphase	Wir schauen genauer hin: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lupe</li> <li>- Lichtmikroskop</li> <li>- Elektronenmikroskop</li> <li>- RTM</li> </ul>	AB Wege in die Welt des Kleinen  AB Unbekanntes Meer	Der Einsatz der Methode „Unbekanntes Meer“ ist fakultativ. Wird die Methode nicht angewandt, so müssen die Arbeitsaufträge auf dem AB Wege in die Welt des Kleinen abgeändert werden.	
Arbeitsphase 1	<b>Das Rastertunnelmikroskop</b>	Computerlernumgebung Eilks  AB Rastertunnelmikroskopie		

Arbeitsphase 2	<p><b>Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderungen I</b>                  Anwendung des Teilchenkonzepts auf die Vorgänge, die bei Temperaturänderungen von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen ablaufen (ohne Aggregatzustandswechsel!)</p>	<p>VV Aggregatzustände                  V Aggregatzustände                  AB zum Video                  ME Teilchenmodell                  Aggregatzustände</p>		
Arbeitsphase 3 (Modul 5)	<p><b>Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderungen I</b>                  Anwendung des Teilchenkonzepts auf die Vorgänge, die bei Temperaturänderungen von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen ablaufen (mit Aggregatzustandswechsel!)</p>	<p>VV Schmelzen – Sieden – Kondensieren                  Computerlernumgebung                  AB Aggregatzustände                  ME Z Aggregatzustände                  ME ff_aggregat                  AB P3a                  Latentwärmespeicher</p>	<p>UN 07                  UN 09                  UN 13                  VB D1                  VB D2                  VB D4                  GD 3                  GD 9</p>	
Vertiefungsphase 1 (Modul 6)	<p><b>Szenische Darstellung diverser Vorgänge</b></p>		Fakultativ	



## Der Temperatur auf der Spur! [6.4]

**Inhaltsfeld 1:** Temperatur und Wärme

**Inhaltliche Schwerpunkte:** thermische Energie: Wärme, Temperatur und Temperaturmessung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...  
die Definition der Celsiusskala zur Temperaturmessung erläutern (UF1),  
Temperaturen mit analogen und digitalen Instrumenten messen (E2, E1).  
erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen  
sowie Daten aus Diagrammen entnehmen (E4, E5, K1).

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Struktur der Materie: Der Aufbau von Stoffen und die Änderung von Aggregatzuständen lassen sich mit einem einfachen Teilchenmodell erklären.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase		VV Temperaturempfinden ME Gefühlte Temperatur		
Neugierphase	<p>Es werden Alltagsphänomene gesammelt, aus denen hervorgeht, dass das Temperaturempfinden eines Menschen von Mensch zu Mensch und von Fall zu Fall unterschiedlich sein kann.</p> <p>Es wird abgeleitet, dass für die Arbeit im Labor ein zuverlässiges Temperaturmessgerät entwickelt werden muss.</p>	entUG		
Arbeitsphase 1	<p><b>Thermometerbau</b></p> <p>Gemeinsam wird der Bau eines Thermometers nach Celsius geplant.</p> <p>Die SuS führen das Experiment ausgehend von der Versuchsvorschrift sachgerecht durch und erstellen ein Protokoll.</p>	ME Celsius Skala VV Thermometerbau		

<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><b>Temperaturmessung</b></p> <p>An dieser Stelle können Messwerte für die unterschiedlichsten Temperaturkurven erstellt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedetemperaturen verschiedener Flüssigkeiten</li> <li>- Erstarrungskurven (Paraffin)</li> <li>- Langzeit-Temperaturkurven</li> <li>- analog und digital</li> <li>- ...</li> </ul>			
<p>Vertiefungsphase 1</p>		<p>AB Wärmelehre 3a                  AB Wärmelehre 3b                  AB Wärmelehre 3c                  AB Wärmelehre 3d                  AB Wärmelehre 3e                  AB Wärmelehre 3f</p> <p>AB P4a                  Thermometerflüssigkeit: Vom Quecksilber zum Glycol</p>	<p>UN 03</p> <p>MK 2.1                  MK 2.2</p> <p>VB B1                  VB C1</p> <p>GD 4</p>	

<p>Vertiefungsphase 2</p>	<p><b>Was sich mit der Temperatur ändert</b></p> <p>Die Brownsche Molekularbewegung</p>	<p>Film Brownsche Bewegung</p> <p>VV Brownsche Bewegung</p> <p>AB Brownsche Bewegung</p>	<p>Zur Festigung des Teilchenkonzepts bietet sich die „Brownsche Molekularbewegung“ an, da in diesem Zusammenhang das Partikel-Teilchen-Problem diskutiert werden kann.</p>	
---------------------------	---	--	---	--

## Die Energie – eine eigenartige Eigenschaft! [6.5]

<b>Inhaltsfeld 1:</b>	<b>Temperatur und Wärme</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>thermische Energie: Wärme, Temperatur und Temperaturmessung</b>
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können ... die Veränderung der thermischen Energie unterschiedlicher Körper sowie den Temperatenausgleich zwischen Körpern durch Zuführung oder Abgabe von Wärme an alltäglichen Beispielen beschreiben (UF1), die Begriffe Temperatur und Wärme unterscheiden und sachgerecht verwenden (UF1, UF2),
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: Einfache energetische Vorgänge können mithilfe der thermischen Energie als einer ersten Energieform beschrieben werden.



Arbeitsphase 2	<p><b>Energieformen</b>                  Energie begegnet uns im Alltag in unterschiedlichen Formen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrische Energie</li> <li>- thermische Energie (Wärme)</li> <li>- Strahlungsenergie</li> <li>- chemische Energie</li> <li>- ...</li> </ul>	AB Kaleidoskop  oUG  Wärmelehre 6b  Wärmelehre 6c	Weitere Energieformen können sich aus dem U-Gespräch ergeben.	
Arbeitsphase 3	<b>Energiespeicher</b>	Wärmelehre 6d		
Arbeitsphase 4	<p><b>Freies Experimentieren</b></p> <p>Die SuS planen selbstständig Experimente, in deren Verlauf die Temperatur einer Portion Wasser erhöht wird.</p>			
Vertiefungsphase 1		Wärmelehre 6e  Wärmelehre 6f  AB P5a Energie für den heißen Kaffee am Morgen	UN 07 UN 09  VB D4  GD 1 GD 9	

---

Vertiefungsphase 2		IB Sankeydiagramme mit EXCEL	MK 1.2	
Vertiefungsphase 3	<b>Von Reaktionsketten und Kettenreaktionen</b>	F Freestyle Physics	Fakultativ, sehr zeitaufwendig!	



## Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle! [6.6]

**Inhaltsfeld 1:****Temperatur und Wärme****Licht****Inhaltliche Schwerpunkte:****Wärmetransport: Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung; Temperatenausgleich;****Wärmedämmung****Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: Streuung, Reflexion, Transmission,****Absorption, Schattenbildung****Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

die Veränderung der thermischen Energie unterschiedlicher Körper sowie den Temperatenausgleich zwischen Körpern durch Zuführung oder Abgabe von Wärme an alltäglichen Beispielen beschreiben (UF1),

Verfahren der Wärmedämmung anhand der jeweils relevanten Formen des Wärmetransports (Mitführung, Leitung, Strahlung) erklären (UF3, UF2, UF1, UF4, E6).

aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3),

Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und an Beispielen ihre Wirkungen beschreiben (UF3),

an Beispielen aus Technik und Alltag die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen beschreiben (UF1).

geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch helles Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung auswählen (B1, B2, B3),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Wechselwirkung: Körper wechselwirken über Wärmetransportarten miteinander.

System: Temperaturunterschiede stellen ein systemisches Ungleichgewicht dar, welches durch Wärmetransport in ein Gleichgewicht gebracht wird.

Energie: Lichtquellen sind Energiewandler. Licht transportiert Energie.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Die Sonne als Energiequelle	V Die Sonne oder V Solarvisionen	Der Film „Solarvisionen“ öffnet sehr viel Raum für Diskussionen, wird aber einige SuS überfordern!	
Neugierphase	Wie kommt die Energie von der Sonne zu uns auf die Erde?	F Concept Cartoon oUG		
Arbeitsphase 1	<p style="text-align: center;"><b>Wärmeleitung</b></p> <p>Wird Energie in Form von Wärme durch einen Stoff transportiert, ohne dass sich der Stoff bewegt, so spricht man von Wärmeleitung.</p>	VV Wärmeleitung 1 VV Wärmeleitung 2  KR Wärmeleitung  Wärmeleitung 5a Wärmeleitung 5b Wärmeleitung 5c Wärmeleitung 5d Wärmeleitung 5e  ME Wärmeleitung Teilchenebene ME Wärmeleitung Metalle	Hinweis: Wärmeleitung und Konvektion können auch in Form eines Kugellagers erarbeitet werden!	

<p>Arbeitsphase 2</p>	<p style="text-align: center;"><b>Konvektion</b></p> <p>Wird Energie in Form von Wärme mit einem Stoff transportiert, wobei sich der Stoff bewegt, so spricht man von Konvektion.</p>	<p>VV Konvektion  <b>KR Konvektion</b>                  Film Konvektion</p> <p>Wärmeleitung 5h                  Wärmeleitung 5i                  Wärmeleitung 5j                  Wärmeleitung 5k</p> <p>ME Konvektion in der Natur 1                  ME Konvektion in der Natur 2</p>		
<p>Arbeitsphase 3</p>	<p style="text-align: center;"><b>Wärmestrahlung</b></p> <p>Wird Energie in Form von Wärme transportiert, ohne dass ein Stoff vorhanden ist, so spricht man von Wärmestrahlung.</p> <p>IR-Strahlung / UV Strahlung</p>	<p>VV Wärmestrahlung 1                  VV Wärmestrahlung 2</p> <p>V Thermosäule</p> <p>IB Spektrum des Sonnenlichts</p> <p>Wärmeleitung 5n                  Wärmeleitung 5no                  Wärmeleitung 5p</p>		

<p>Vertiefungsphase 1</p>		<p>AB P6a                  Von der Sonne in die Zimmer –                  Sonnenkollektoren</p> <p>AB Wärmeleitung 1                  AB Wärmeleitung 2</p> <p>AB Konvektion 1                  AB Konvektion 2</p> <p>AB Wärmestrahlung 2</p>	<p>UN 07                  UN 09                  UN 13</p> <p>VB D2                  VB D4</p> <p>MK 2.1</p> <p>GD 1                  GD 3</p>	
<p>Vertiefungsphase 2</p>	<p>Sonnenkollektoren                  (Selbstbaukollektoren)</p> <p>Photovoltaik-Anlagen                  (kleine Experimente mit Solarmodulen)</p> <p>Schriftliche Übung</p>	<p>„Heimprojekt“                  AB Kollektoren</p> <p>LZ Photovoltaik                  AB PV</p> <p>SÜ Wärmetransport</p>	<p>Fakultative                  Vertiefung</p>	

## Gefahren im Alltag – die Physik kann helfen II! [6.7]

**Inhaltsfeld 1:**

Temperatur und Wärme

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

an Beispielen aus Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben (UF1, UF4),

die Auswirkungen der Anomalie des Wassers und deren Bedeutung für natürliche Vorgänge beschreiben (UF4, UF1),

aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase		F Kleine Ursache – große Wirkung		
Neugierphase		VV Eisfachversuch	Der Versuch kann gut als Heimexperiment durchgeführt werden.	
Arbeitsphase 1	<p style="text-align: center;"><b>Anomalie des Wassers (Volumen)</b></p> <p>Während bei den meisten Stoffen das Volumen mit abnehmender Temperatur stets abnimmt, ist dies bei Wasser nur oberhalb von + 4 °C der Fall. Wird Wasser unter 4 °C weiter abgekühlt, so nimmt das Volumen wieder zu. Dieses Phänomen wird als Anomalie des Wassers bezeichnet.</p>			

Arbeitsphase 2	<p style="text-align: center;"><b>Anomalie des Wassers (Dichte)</b></p> <p>Während bei den meisten Stoffen die Dichte mit abnehmender Temperatur stets zunimmt, ist dies bei Wasser nur oberhalb von + 4 °C der Fall. Wird Wasser unter 4 °C weiter abgekühlt, so nimmt die Dichte wieder ab. Dieses Phänomen wird als Anomalie des Wassers bezeichnet.</p>		Fakultative Einführung der physikalischen Größe „Dichte“	
Vertiefungsphase 1		<p>Wärmelehre 4a                  Wärmelehre 4b                  Wärmelehre 4c                  Wärmelehre 4d                  Wärmelehre 4e                  Wärmelehre 4f</p> <p>AB P7a                  Sonnenkollektor und Kollektorflüssigkeit</p>	<p>UN 07                  UN 09                  UN13</p> <p>MK 1.2                  MK 2.2</p> <p>D2                  D4</p> <p>GD 1                  GD 3</p>	
Vertiefungsphase 2 (Modul 86)	Anomalie des Wassers im Teilchenmodell	V Anomalie des Wassers	Fakultativ!	



## Schallquellen und Schallempfänger [6.8]

**Inhaltsfeld 1:** Schall

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion  
Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4),  
die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären (E6, UF1),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Energie: Schallwellen transportieren Energie.  
Struktur der Materie: Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung.  
Wechselwirkung: Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden.  
System: Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Verschiedenste Töne und Geräusche, von Musik bis zum Lärm, werden vorgestellt.	Audioimpuls		
Neugierphase				
Arbeitsphase 1	<p><b>Erzeugung von Schall / Schwingungen</b> Schall entsteht, wenn Körper schnell hin- und herschwingen.</p> <p><b>Ausbreitungsmedium</b> Schall benötigt ein Ausbreitungsmedium. - Gase und Flüssigkeiten - Festkörper</p>	<p>Grundlagentexte 1 und 2</p> <p>Material A und B</p> <p>Material C und D</p> <p>Material E und F</p>		
Vertiefungsphase 3		AB Sicherung		

## Hoch und tief – laut und leise! [6.9]

<b>Inhaltsfeld 1:</b>	Schall
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4), die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären (E6, UF1), mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4, E5),
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: Schallwellen transportieren Energie. Struktur der Materie: Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung. Wechselwirkung: Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden. System: Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Mithilfe eines Tongenerators werden laute und leise, bzw. hohe und tiefe Töne erzeugt.	Audioimpuls		
Neugierphase	Ein Bezug zu den Schwingungen wird hergestellt.  Die Anzahl der Schwingungen pro Zeit und die Höhe der Schwingungen werden als mögliche Größen identifiziert, die Einfluss auf Tonhöhe und Lautstärke haben.	entUG  ipad mit phyphox  Mikrofon und Oszilloskop	MK 1.2	
Arbeitsphase 1	<b>Lautstärke</b> Je weiter eine Schallquelle hin- und herschwingt, desto lauter ist der Ton  <b>Tonhöhe</b> Je schneller eine Schallquelle hin- und herschwingt, desto höher ist der Ton	Grundlagentexte  Material A und B  Material C und D	MK 1.2	
Vertiefungsphase 3		AB Sicherung		

**Na hör mal! [6.10]**

<b>Inhaltsfeld 1:</b>	Schall
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4), mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4, E5),
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: Schallwellen transportieren Energie. Struktur der Materie: Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung. Wechselwirkung: Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden. System: Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Die fünf Sinne des Menschen	Stummer Impuls / Folie		
Neugierphase	Welche fünf Sinne sind gemeint?  Welcher Sensor gehört zu welchem Sinn?  ... und was hat das mit dem Gehirn zu tun?	entUG		
Arbeitsphase 1	<p style="text-align: center;"><b>Ohr und Gehirn</b></p> <p>Unsere Ohren empfangen Schall und schicken daraufhin Signale ans Gehirn. Das Gehirn erzeugt aus den Signalen beider Ohren einen gemeinsamen Höreindruck.</p> <p style="text-align: center;"><b>Hörbereiche</b></p> <p>Die Hörsinneszellen eines Kinds reagieren auf Töne zwischen 16 Hz und 20000 Hz. Die obere Grenze sinkt mit dem Lebensalter.</p>	<p>Grundlagentexte</p> <p>V Wie funktioniert das Ohr</p> <p>Material A und B</p> <p>Material C und D</p>	MK 1.2	
Vertiefungsphase 3		<p>AB P10a Moderne Hörgeräte</p> <p>AB Sicherung</p>	<p>UN 03</p> <p>UN 09</p> <p>VB B1</p>	

## Wenn Schall zu laut wird! [6.11]

**Inhaltsfeld 1:** Schall

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion  
Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4),  
Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern (UF1, UF4).  
Maßnahmen benennen und beurteilen, die in verschiedenen Alltagssituationen zur Vermeidung von und zum Schutz vor Lärm ergriffen werden können (B1, B3),  
Lärmbelastungen bewerten und daraus begründete Konsequenzen ziehen (B1, B2, B3, B4).  
mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4, E5),  
Schallschwingungen und deren Darstellungen auf digitalen Geräten in Grundzügen analysieren (E5, UF3).

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Energie: Schallwellen transportieren Energie.

Struktur der Materie: Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung.

Wechselwirkung: Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden.

System: Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.



Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase		F Karikatur		
Neugierphase	Erfahrungen von SuS mit Lärm im Alltag	oUG		
Arbeitsphase 1	<p style="text-align: center;"><b>Lautstärke und Druck</b></p> <p>Luftverdichtung und Luftverdünnung bewirken Druckänderungen in der Luft. Wird der Druck zu groß, so reagiert das Trommelfell mit einem Schmerzsignal</p> <p style="text-align: center;"><b>Lautstärkemessung</b></p> <p>Der Druck kann mithilfe geeigneter Sensoren gemessen werden. Derartige Sensoren befinden sich auch in unserem Smartphone.</p> <p style="text-align: center;"><b>Dezibel</b></p> <p>Die Lautstärke kann in der Einheit Dezibel (dB) angegeben werden. (Es gibt aber auch noch andere Einheiten!)</p> <p style="text-align: center;"><b>Lärmschutz</b></p> <p>Bei zu großer Lautstärke ist unsere Gesundheit gefährdet. Dann müssen Maßnahmen zum Lärmschutz getroffen werden.</p>	<p>Grundlagentext 1 und 2</p> <p>Material A und B</p> <p>Material C und D</p> <p>Material E und F</p> <p>V „Lärm – Ursachen, Folgen, Lösungen“</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen Schalldruck und Schalldruckpegel sollte nicht thematisiert werden.</p> <p>MK 1.2</p>	

Vertiefungsphase 3		AB Sicherung		
Vertiefungsphase 4	Antischall	<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">AB P11a</div> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">Antischall</div>	UN 03 UN 09  VB B1	

## Schall in Natur und Technik [6.12]

<b>Inhaltsfeld 1:</b>	Schall
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben (UF1, UF4), Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern (UF1, UF4). Eigenschaften von hörbarem Schall, Ultraschall und Infraschall unterscheiden und dazu Beispiele aus Natur, Medizin und Technik nennen (UF1, UF3, UF4),
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: Schallwellen transportieren Energie. Struktur der Materie: Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung. Wechselwirkung: Schall bringt Körper zum Schwingen, und schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden. System: Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Der hörbare Bereich des Frequenzspektrums wird noch einmal vorgestellt.	Stummer Impuls Tongenerator		
Neugierphase	Gibt es unterhalb und oberhalb der Grenzen auch noch Schall?	oUG		
Arbeitsphase 1	<p style="text-align: center;"><b>Ultraschall</b></p> <p>Schall mit einer Frequenz von über 20000 Hz bezeichnet man als Ultraschall.</p> <p style="text-align: center;"><b>Infraschall</b></p> <p>Schall mit Frequenzen von unter 20 Hz nennt man Infraschall.</p> <p>Infraschall und Ultraschall im Alltag (Fledermaus, Medizin, ...)</p>	<p>Grundlagentext</p> <p>Material A und B Material C und D Material E Material F bis H</p>	MK 1.2	
Vertiefungsphase 1		AB Sicherung		
Vertiefungsphase 2	Infraschall	<p>AB P12a</p> <p>Windparks als Quelle für Infraschall</p>	<p>UN 03</p> <p>VB B1</p> <p>GD 1</p> <p>GD 9</p>	

### 2.7.2 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 7

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

## Magnete und ihre Eigenschaften [7.1]

<b>Inhaltsfeld 1:</b>	<b>Elektrischer Strom und Magnetismus</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<p>magnetische Kräfte und Felder: anziehende und abstoßende Kräfte, Magnetpole, magnetische Felder, Feldlinienmodell, Magnetfeld der Erde.</p> <p>Magnetisierung: magnetisierbare Stoffe, Modell der Elementarmagnete</p>
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <p>ausgewählte Stoffe anhand ihrer elektrischen und magnetischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, Ferromagnetismus) klassifizieren (UF1),</p> <p>Kräfte zwischen Magneten sowie zwischen Magneten und magnetisierbaren Stoffen über magnetische Felder erklären (UF1, E6),</p> <p>in Grundzügen Eigenschaften des Magnetfeldes der Erde beschreiben und die Funktionsweise eines Kompasses erklären (UF3, UF4).</p> <p>die Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung von Stoffen sowie die Untrennbarkeit der Pole mithilfe eines einfachen Modells veranschaulichen (E6, K3, UF1),</p> <p>die Struktur von Magnetfeldern mit geeigneten Hilfsmitteln sichtbar machen und untersuchen (E5, K3).</p>
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	<p>Struktur der Materie: Magnetisierbarkeit ist eine charakteristische Stoffeigenschaft und kann mithilfe eines Modells ausgerichteter magnetischer Bereiche erklärt werden.</p> <p>Wechselwirkung: Magnete wechselwirken mit anderen Magneten und Körpern aus ferromagnetischen Stoffen; diese Fernwirkungskräfte lassen sich durch Felder beschreiben.</p>

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Video / Kompass / Seefahrer		Ohne Arbeitsphase 2 sollte ein alternativer Einstieg gewählt werden!	
Neugierphase	Ich kann beobachten, dass ... ... ein Magnet zwei Pole hat. ... sich ungleichnamige Pole anziehen. ... bestimmte Stoffe magnetisch sind. ...	Freies Experimentieren mit ... - Kompass (NTL) - Stabmagnet (NTL) - „Rotationsmagnet“ (NTL)		
Arbeitsphase 1	<b>Magnetpole</b>  <b>Anziehende und abstoßende Kräfte</b>  <b>Elementarmagnete</b>  <b>Elektromagnete</b>  <b>Feldlinien</b>	Grundlagen 1 und 2  Material B  Material C  Material C bis F  Material G bis I  Material J bis L	Es bietet sich an, alle Materialien in Form eines Lernzirkels einzusetzen!	

Arbeitsphase 2	<b>Herstellung und Einsatz einer Kompass-Nadel</b>	Rallye mit Kompass auf dem Schulgelände	Fakultativ!	
Vertiefungsphase 1		Material M bis O AB Sicherung		
Vertiefungsphase 2	Der Hyperloop	AB P13a Glasrecycling	UN 12 VB D4 GD 2	



## Es werde Licht! [7.2]

**Inhaltsfeld 2:** Elektrischer Strom und Magnetismus

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Stromkreise und Schaltungen: Spannungsquellen, Leiter und Nichtleiter, verzweigte Stromkreise, Elektronen in Leitern

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

den Aufbau einfacher elektrischer Stromkreise und die Funktion ihrer Bestandteile erläutern und die Verwendung von Reihen- und Parallelschaltungen begründen (UF2, UF3, K4),

zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen, auch als Parallel- und Reihenschaltung sowie UND- bzw. ODER-Schaltung (E1, E4, K1),

in eigenständig geplanten Versuchen die Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe ermitteln und daraus Schlüsse zu ihrer Verwendbarkeit auch unter Sicherheitsaspekten ziehen (E4, E5, K1),

ausgewählte Stoffe anhand ihrer elektrischen und magnetischen Eigenschaften (elektrische Leitfähigkeit, Ferromagnetismus) klassifizieren (UF1),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** System: Ein elektrischer Stromkreis stellt ein geschlossenes System dar

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Licht und Dunkelheit	<p><u>Schritt 1</u> Im möglichst komplett abgedunkeltem Raum wird eine Glühlampe nach und nach zum Leuchten gebracht.</p> <p><u>Schritt 2</u> F Kaleidoskop</p> <p>Alternativ: V WWF</p>	<p>Im Video spielt die LED eine zentrale Rolle. Darauf müsste dann eingegangen werden (eventuell mit einer weiteren komplexen Aufgabe)!</p>	



<p>Arbeitsphase 1</p>	<p><b>Geschlossener Stromkreis mit Glühlampe(n) und Fassung(en)</b></p> <p><u>Wie lässt sich eine Glühlampe nur mit einer Flachbatterie zum Leuchten bringen?</u></p> <p>Eine Glühlampe kann nur leuchten, wenn ihre beiden Kontakte mit je einem Pol der Batterie verbunden sind. Der Strom fließt dann von einem Pol der Batterie durch die Glühlampe zum anderen Pol der Batterie. Man spricht von einem geschlossenen Stromkreis.</p> <p><u>Wie lässt sich der Aufbau so verbessern, dass die Lampe nicht festgehalten werden muss?</u></p> <p>Die Glühlampe wird in eine Fassung geschraubt. Die Fassung wird über Drähte (Kabel) mit der Batterie verbunden.</p> <p><u>Wie lässt sich der Aufbau so verbessern, dass die Lampe nicht andauernd leuchtet?</u></p> <p>In den Stromkreis wird, je nach Bedarf, ein Schalter oder ein Taster eingebaut.</p> <p><u>Lassen sich auch zwei Glühlampen in einen Stromkreis einbauen?</u></p> <p>Zwei Glühlampen können entweder in Reihe oder parallel eingebaut werden.</p> <p><u>Die Sicherheitsschaltung mit zwei Schaltern</u></p>	<p>Freies Experimentieren Lösung: VV Stromkreis 1</p> <p>ME Gluehlampe-Batterie</p> <p>Aufgabe Elektrizitätslehre 0b</p> <p>Freies Experimentieren Lösung: VV Stromkreis 2</p> <p>VV Schalter und Taster</p> <p>Freies Experimentieren</p> <p>VV Sicherheitsschaltung</p>	<p>Bei einer entsprechend großen Zahl an Gruppen kann davon ausgegangen werden, dass beide „Lösungen“ gefunden werden.</p>	
-----------------------	--	---	--	--



<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><b>Elektrische Leiter und Isolatoren (Aufbau Glühlampe)</b></p> <p><u>Wie ist eine Glühlampe aufgebaut?</u></p> <p>Die Glühlampe kann nur funktionieren, wenn bestimmte Materialien den elektrischen Strom leiten (z. B. Glühdraht und Schraubsockel) und andere nicht (z. B. Isoliermasse und Gasfüllung).</p> <p><u>Wie kann in einem Experiment überprüft werden, ob es sich bei einem Material um einen elektrischen Leiter oder um einen elektrischen Isolator handelt?</u></p> <p>Typische Leiter sind: Metalle, Kohle, Salzwasser</p> <p>Typische Isolatoren sind: Gummi, trockenes Holz, Gase</p>	<p>ME Glühlampe Aufgabe Elektrizitätslehre 0a</p> <p>VV Elektrische Leitfähigkeit von Feststoffen</p> <p>VV Elektrische Leitfähigkeit von Flüssigkeiten</p> <p>VV Elektrische Leitfähigkeit von Gasen</p> <p>Aufgabe Elektrizitätslehre 0c</p> <p>Arbeitsblatt zu Leitern und Isolatoren</p>		
<p>Vertiefungsphase 1</p>		<p>AB P14a Energiesparen? Schalter sind eine einfache Möglichkeit</p>	<p>UN 13</p> <p>VB D4</p> <p>GD 1</p>	
<p>Vertiefungsphase 2</p>		<p>Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch</p>		

## Strom unter der Lupe! [7\_3]

**Inhaltsfeld 2:** Elektrischer Strom und Magnetismus

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Stromkreise und Schaltungen: Spannungsquellen, Leiter und Nichtleiter, verzweigte Stromkreise, Elektronen in Leitern

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

den Stromfluss in einem geschlossenen Stromkreis mittels eines Modells frei beweglicher Elektronen in einem Leiter erläutern (E6), durch systematisches Probieren einfache magnetische Phänomene erkunden (E3, E4, K1),

Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne darstellen und einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen (E4, K3),

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Was geschieht in einem stromdurchflossenen Kabel?	VV Geschlossener Stromkreis		
Neugierphase	Wir schauen genauer hin!  Problem: Ein Mikroskop, mit dem wir noch genauer hinschauen können, gibt es noch nicht!  Lösung: Modellexperiment	SuS nehmen ein altes Kabel auseinander. Nach Entfernen der Isolation bleibt ein Kupferkabel übrig.  F Kupferkabel unter der Lupe  L-Impuls		
Arbeitsphase 1	<b>Gegenüberstellung von Wasserkreislauf und Stromkreis</b>  Der elektrische Strom besteht aus kleinen Teilchen, den Elektronen.  Die Teilchen sind so klein, dass sie sogar mit einem Mikroskop nicht sichtbar sind.  In einem geschlossenen Stromkreis wandern die Elektronen von einem Pol der Stromquelle durch den Stromkreis zum anderen Pol der Stromquelle.	ME Wasserkreislauf_Stromkreislauf  AB Wasserkreislauf_Stromkreislauf		



<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><b>Elektrische Quellen</b></p> <p>Definition: Als elektrische Quellen (Stromquellen, Spannungsquellen) bezeichnet man die Anordnungen, die den elektrischen Strom antreiben. Sie sind damit Voraussetzung für das Fließen eines elektrischen Stromes in einem Stromkreis.</p> <p>Es gibt verschiedene elektrische Quellen.</p> <p>Je nach Einstellung am Netzgerät werden pro Zeit unterschiedlich viele Elektronen für den Stromfluss zur Verfügung gestellt.</p>	<p>VV Verschiedene Batterien</p> <p>VV Das Netzgerät</p>	<p>Hier wäre noch eine Animation wünschenswert, um Bezug zum Elektronenmodell noch einmal herzustellen!</p>	
<p>Arbeitsphase 3</p>	<p><b>Schaltsymbole und Schaltplan</b></p> <p>Wie lässt sich der geschlossene Stromkreis (s. o.) einfacher und übersichtlicher darstellen?</p> <p>Ein Schaltsymbol (Schaltzeichen) ist ein bildliches Symbol für Geräte und Leitungen innerhalb einer elektrischen Schaltung.</p> <p>Miteinander kombiniert ergeben mehrere Schaltsymbole zusammen einen Schaltplan.</p> <p>Durch einen Schaltplan kann die Schaltung einfacher erstellt und wesentlich schneller erfasst werden.</p>	<p>oUG</p> <p>L-Impuls</p> <p>ME Zuordnungen Schaltsymbole</p> <p>AB Zuordnungen Schaltsymbole</p>		

Vertiefungsphase 1		AB P15a Kondensatoren als Speicher für elektrische Energie	UN 07 UN 09 UN 13  MK 2.1  VB D4  GD 1 GD 9	
		AB P15b Reinigung von Rauchgas mit Elektrofiltern	UN 03 UN 09	
Vertiefungsphase 2		Arbeit mit dem Buch		

## Wirkungen des elektrischen Stromes [7.4]

**Inhaltsfeld 2:** Elektrischer Strom und Magnetismus

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärmewirkung, magnetische Wirkung, Gefahren durch Elektrizität

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

Stromwirkungen (Wärme, Licht, Magnetismus) fachsprachlich angemessen beschreiben und Beispiele für ihre Nutzung in elektrischen Geräten angeben (K3, UF1, UF4),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Wechselwirkung: Erwärmung ist eine Folge der Wechselwirkung zwischen Teilchen beim Stromfluss.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Versuch 1: Glühdraht am Netzgerät Versuch 2: Örsted-Versuch Versuch 3: Elektrolysezelle am Netzgerät	Stummer Impuls	Immer die gleichen Netzgeräte verwenden!	
Neugierphase	<b>Zuordnung der Versuche zu den drei Wirkungen des elektrischen Stromes</b> Thermische Wirkung des elektrischen Stromes Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes Chemische Wirkung des elektrischen Stromes	Schilder werden zugeordnet	Eventuell durch youtube ergänzen!	
Arbeitsphase 1	<b>Thermische Wirkung des elektrischen Stromes</b> Je stärker die elektrische Quelle (je größer die Spannung), desto größer ist die thermische Wirkung des elektrischen Stromes Anwendung Teilchenmodell	VV Thermische Wirkung ME 1 Thermische Wirkung ME 2 Thermische Wirkung AB ME Thermische Wirkung Elektrizität 0i Szenische Darstellung (Flur)	Die Materialien zu den Arbeitsphasen können als Gruppenpuzzle eingesetzt werden.	

<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><b>Chemische Wirkung des elektrischen Stromes</b></p> <p>Je stärker die elektrische Quelle (je größer die Spannung), desto größer ist die chemische Wirkung des elektrischen Stromes</p> <p>Anwendung Teilchenmodell</p>	<p>VV Chemische Wirkung</p> <p>ME 1 Chemische Wirkung</p> <p>ME 2 Chemische Wirkung</p> <p>AB ME Chemische Wirkung</p> <p>Elektrizität 0k</p>		
<p>Arbeitsphase 3</p>	<p><b>Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes</b></p> <p>Je stärker die elektrische Quelle (je größer die Spannung), desto größer ist die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes</p> <p>Anwendung Elementarmagnet-Modell?</p>	<p>VV Magnetische Wirkung</p> <p>ME Magnetische Wirkung</p> <p>AB ME Magnetische Wirkung</p> <p>Elektrizität 0m</p>		

Vertiefungsphase 1		AB P16a Herstellung von Wasserstoff	UN 07 UN 09 UN 13  MK 2.1  VB D4 VB D5  GD 1 GD 7	
Vertiefungsphase 2		Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch		

## Elektrische Geräte in Haushalt und Technik [7.5]

<b>Inhaltsfeld 2:</b>	<b>Elektrischer Strom und Magnetismus</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärmewirkung, magnetische Wirkung, Gefahren durch Elektrizität</b>
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können ... an Beispielen von elektrischen Stromkreisen den Energiefluss sowie die Umwandlung und Entwertung von Energie darstellen (UF1, UF3, UF4), Möglichkeiten zur sparsamen Nutzung elektrischer Energie im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten (B1, B2, B3).
<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: In Stromkreisen wird elektrische Energie transportiert, umgewandelt und entwertet; Batterien und Akkumulatoren speichern Energie. System: Ein elektrischer Stromkreis stellt ein geschlossenes System dar. Das Zusammenwirken seiner Komponenten bestimmt die Funktion einfacher elektrischer Geräte.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Zwei typische elektrische Geräte aus dem bisherigen Physik-Unterricht werden vorgestellt (z. B. Flachbatterie und Glühlampe)	Um welche Geräte handelt es sich?  In welchem Zusammenhang wurden die Geräte eingesetzt?  oUG		
Neugierphase	<u>„Auftauchende“ Energieformen</u>  <u>Energiewandler (Einführung des Begriffs)</u>  <u>Energiekette (Einführung des Begriffs)</u>	Jetzt wird etwas genauer hingeschaut!  AB Kärtchen zu Energieformen und Energiewandlern  Kärtchen werden geordnet  Kärtchen werden zugeordnet	Jede Gruppe erhält Kärtchen in eigener Farbe.  Kärtchen werden geordnet (Wirkungen bzw. Formen)  Kärtchen werden dem Gerät zugeordnet.  Energieketten werden gebildet	



<p>Arbeitsphase 1a</p>	<p>Verschiedenste elektrische Geräte aus dem Haushalt, aber auch aus der Technik, werden „energetisch“ betrachtet (Formeln, Wandler, Ketten)</p> <p>Eel → Q                  Eel → Espan                  Eel → Ekin                  Eel → Eel                  Eel → Ech                  Eel → EStrahl</p>	<p>Marktplatz der Möglichkeiten                  AB Tabelle</p>	<p>Auf dem AB wird das Beispiel aus Begegnungs- und Neugierphase eingetragen.</p>	
<p>Arbeitsphase 1b</p>	<p>Es werden längere Energieketten gebildet, bei denen auch nicht unbedingt elektrische Energie zugeführt werden muss!</p>			
<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><u>Wirkungsgrad</u></p>			
<p>Arbeitsphase 3</p>	<p>Ausgehend vom Wirkungsgrad / von der „Dicke“ des Pfeils zur abgeführten thermischen Energie etwas zur sparsamen Nutzung!</p>			

Vertiefungsphase 1		Elektrische Energie fürs Haus / Energiemix gestern, heute, morgen		
Vertiefungsphase 2		Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch		

## Sicherer Umgang mit Elektrizität [7.6]

**Inhaltsfeld 1:** Elektrischer Strom und Magnetismus

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärmewirkung, magnetische Wirkung, Gefahren durch Elektrizität

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- die Funktion von elektrischen Sicherungseinrichtungen (Schmelzsicherung, Sicherungsautomat) in Grundzügen erklären (UF1, UF4),
- auf einem grundlegenden Niveau (Sichtung mit Blick auf Nennspannung, offensichtliche Beschädigungen, Isolierung) über die gefahrlose Nutzbarkeit von elektrischen Geräten entscheiden (B1, B2, B3),
- Risiken und Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren mit elektrischen Geräten benennen und bewerten (B1, B3),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Todesfälle durch elektrischen Strom	IB Statistik	... oder über Wirkungen des elektrischen Stromes einsteigen (vorhergehende Einheit)	
Neugierphase	<p>Die Zahl der Todesfälle sinkt!</p> <p>Durch geeignete Sicherungsmaßnahmen lässt sich die Gefahr reduzieren.</p> <p>Drei „Kategorien“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrie</li> <li>- Haushalt</li> <li>- Sonstige</li> </ul> <p>Die Kategorien werden im Folgenden näher betrachtet.</p>	oUG		

<p>Arbeitsphase 1</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kategorie „Haushalt“</b></p> <p><b>Quellen und Verbraucher</b></p> <p>... aber zerstörte Geräte sind noch das geringere Übel!</p> <p><b>Kurzschluss und Sicherung</b></p> <p>Die Zahl der tödlichen Unfälle lässt sich durch technische Sicherungsmaßnahmen reduzieren!</p>	<p>VV Glühlampenfolter</p> <p>F Quellen und Verbraucher</p> <p><b>VV Kurzschluss</b></p> <p><b>VV Schmelzsicherung</b></p> <p>IB Verhalten bei Elektrounfällen</p> <p>F Erkläre die Fehler</p>		
<p>Arbeitsphase 2</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kategorie „Sonstiges“</b></p> <p><b>Gewitter</b></p> <p>Die Zahl an tödlichen Unfällen lässt sich durch Aufklärung reduzieren!</p>	<p>V Blitzeinschlag</p> <p>VV Hochspannungstrafo</p> <p><b>IB Entstehung Blitz</b></p> <p><b>IB Verhalten bei Gewitter</b></p>		

<p>Arbeitsphase 3</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kategorie Industrie</b></p> <p><a href="https://www.arbeitsschutz-portal.de/sw/sicherer-umgang-mit-elektrizitaet.html">https://www.arbeitsschutz-portal.de/sw/sicherer-umgang-mit-elektrizitaet.html</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrostatische Aufladung / Funken</li> <li>- Not-Aus-Schalter</li> </ul> <p>Intelligenter Umgang mit elektrischem Strom kann auch Unfälle in anderen Bereichen reduzieren!</p>	<p>VV Bandgenerator (Funken)</p> <p>V Bandgenerator (Gewitter)</p> <p>VV Sicherheitsschaltung</p>	<p>Auch wenn es sich hier nicht um „Gefahr“ durch elektrischen Strom handelt, passt das Thema ganz gut hierher!</p>	
<p>Vertiefungsphase 1</p>	<p><a href="https://www.ffe.de/publikationen/veroeffentlichungen/276-nutzung-von-gewitterenergie">https://www.ffe.de/publikationen/veroeffentlichungen/276-nutzung-von-gewitterenergie</a> (könnte Grundlage für Vertiefungsaufgabe sein!)</p> <p>Dann natürlich Bezug zum FLUX-Kompensator</p>	<p>AB Vertiefung Physik 7_6 Nutzung der Energie eines Blitzes</p>		

### 2.7.3 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 8

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

## Wo Licht ist, ist (fast) immer auch Schatten [8.1]

<b>Inhaltsfeld 4:</b>	<b>Licht</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: Streuung, Reflexion, Transmission, Absorption, Schattenbildung
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können ... die Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen mit der Streuung, der gerichteten Reflexion und der Absorption von Licht an ihren Oberflächen erklären (UF1, K1, K3), die Entstehung von Abbildungen bei einer Lochkamera und Möglichkeiten zu deren Veränderung erläutern (UF1, UF3), → Einheit „Vom optischen Phänomen zum Gerät“ → Einheit 8.2 die Ausbreitung des Lichts untersuchen und mit dem Strahlenmodell erklären (E4, E5, E6), Vorstellungen zum Sehen kritisch vergleichen und das Sehen mit dem Strahlenmodell des Lichts und dem Sender-Empfänger-Modell erklären (E6, K2), Abbildungen an einer Lochkamera sowie Schattenphänomene zeichnerisch konstruieren (E6, K1, K3). → Einheit „Vom optischen Phänomen zum Gerät“ → Einheit 8.2 mithilfe optischer Phänomene die Schutz- bzw. Signalwirkung von Alltagsgegenständen begründen (B1, B4). → Einheit 8.2
<b>Beiträge zu Basiskonzepten:</b>	Struktur der Materie: Das Verhalten von Licht an Körperoberflächen hängt vom Material des Körpers und der Beschaffenheit der Oberfläche ab. System: Mit einem System aus Lochblende und Schirm lassen sich bereits einfache Abbildungen erzeugen und verändern. → 8.2





Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Schattenspiel	V Schattenspiele		
Neugierphase	Schatten im Alltag	F Kaleidoskop Schatten		
Arbeitsphase 1	Lichtquelle Lichtempfänger Reflexion, Streuung, Absorption, Transmission Strahlenmodell	Grundlagentext 1 Grundlagentext 2 Material A (AB) Material B (AB) Material C1 (VV) Material C2 (VV) Material C3 (VV) Material D1 (VV) Material D2 (VV)		

Arbeitsphase 2	Schatten  Kernschatten und Halbschatten  Punktförmige und ausgedehnte Lichtquellen	Grundlagentext 3  Grundlagentext 4  Material E (AB)  Material F (AB)  Material G (AB)  Material H (ME)  Material I (V)  Material J (VV)  Material K (VV)  Material L (VV)  Material M (AB)  Material P (V)  Material Q (ME)  Material R (ME)		
----------------	--	--	--	--

Arbeitsphase 2	Schatten  Kernschatten und Halbschatten  Punktförmige und ausgedehnte Lichtquellen	VV Schatten 1  VV Schatten 2  ME Schatten 1 (VV Schatten 3)		
Arbeitsphase 3	IR-Strahlung  UV-Strahlung	Material N (AB)  Material O (V)		
Vertiefungsphase		AB Sicherung 1  AB P19a (Lichtverschmutzung)	UN 03 UN 09  MK 2.1  VB B1 VB D1  GD 4 GD 9	

## Vom optischen Phänomen zum optischen Gerät (8.2)

### Inhaltsfeld 5: Optische Instrumente

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Spiegelungen: Reflexionsgesetz, Bildentstehung am Planspiegel  
Lichtbrechung: Brechung an Grenzflächen, Totalreflexion, Lichtleiter, Bildentstehung bei Sammellinsen, Auge und optischen Instrumenten  
Licht und Farben: Spektralzerlegung, Absorption, Farbmischung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- die Eigenschaften und die Entstehung des Spiegelbildes mithilfe des Reflexionsgesetzes und der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären (UF1, E6)
- die Abhängigkeit der Brechung bzw. Totalreflexion des Lichts von den Parametern Einfallswinkel und optische Dichte qualitativ erläutern (UF1, UF2, E5, E6),
- die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung im Auge und für den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben (UF2, UF4, K3),
- die Funktionsweise von Endoskop und Glasfaserkabel mithilfe der Totalreflexion erklären (UF1, UF2, UF4, K3),
- die Entstehung eines Spektrums durch die Farbzerlegung von Licht am Prisma darstellen und infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht einem Spektralbereich zuordnen (UF1, UF3, UF4, K3)
- anhand einfacher Handexperimente die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Linsentypen bestimmen (E2, E5),
- für Versuche zu optischen Abbildungen geeignete Linsen auswählen und diese sachgerecht anordnen und kombinieren (E4, E1),

unter Verwendung eines Lichtstrahlmodells die Bildentstehung bei Sammellinsen sowie den Einfluss der Veränderung von Parametern mittels digitaler Werkzeuge erläutern (Geometrie-Software, Simulationen) (E4, E5, UF3, UF1),

digitale Farbmodelle (RGB, CMYK) mithilfe der Farbmischung von Licht erläutern und diese zur Erzeugung von digitalen Produkten verwenden (E6, E4, E5, UF1).

Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen (B1, B2),

optische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für sich selbst, für die Forschung und für die Gesellschaft beurteilen (B1, B4, K2, E7).

Beiträge zu Basiskonzepten:

Energie: Durch Licht wird Energie transportiert. Struktur der Materie: Die Reflexion, Absorption und Brechung von Licht ist materialspezifisch.

Wechselwirkung: Licht wird an Grenzflächen reflektiert, absorbiert und/oder bei Transmission gebrochen.

System: Systeme aus Linsen erzeugen je nach Anordnung unterschiedliche Abbildungen

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Verschiedenste optische Geräte werden ausgestellt. Die SuS begeben sich auf „Entdeckungstour“. Wo liegen die Gemeinsamkeiten, wo liegen die Unterschiede?	Museumsrundgang		
Neugierphase	Als Gemeinsamkeit wird herausgestellt: Alle Geräte erzeugen auf die eine oder andere Art Abbildungen von Gegenständen.			
Arbeitsphase 1	Abbildung Lichtstrahlen Reflexion Brechung  Lochkamera	Grundlagentext 1  Grundlagentext 2		

Arbeitsphase 2	Reflexionsgesetz	Grundlagentext 3 Material A (AB) Material B (VV) Material C und D (AB) Material E (ME) Material F (V)		
Arbeitsphase 3	Spiegelbild	Grundlagentext 4		
		AB P20a Solarthermie – der Sonnenofen von odeillo	UN 07 UN 13 MK 2.1 VB D4 VB D5	



Arbeitsphase 4	<p>Brechung</p> <p>Totalreflexion</p>	<p>Grundlagentext 5</p> <p>Grundlagentext 6</p> <p>Material G (ME)</p> <p>Material H (V)</p> <p>Material I (V)</p> <p>Material J (AB)</p>		
		<p>AB P20b</p> <p>Glasfaserkabel versus</p> <p>Kupferkabel</p>	UN 09	

Arbeitsphase 5	<p>Linsen (konkav und konvex)</p> <p>Bildkonstruktion</p>	<p>Grundlagentext 7</p> <p>Grundlagentext 8</p> <p>Material G (ME)</p> <p>Material H (V)</p> <p>Material I (V)</p> <p>Material J (AB)</p> <p>Material K (ME)</p> <p>Material L (AB)</p> <p>Material M und N (AB)</p> <p>Material O und P (VV)</p> <p>Material Q (V)</p> <p>Material R (ME)</p> <p>Material S (V)</p>		
----------------	---	--	--	--

Arbeitsphase 6	Spektrum Farbaddition Farbsubtraktion Lockfarben / Tarnfarben / Signalfarben	Grundlagentext 9 Material T (ME) Material U (ME) Material W1 bis W3 (AB)		
Vertiefungsphase 1	Die SuS erstellen zu ausgewählten optischen Geräten (siehe Begegnungsphase) Poster-Vorträge / ppt-Vorträge	Material V1 bis V5		
Vertiefungsphase 2		AB P20c Kontaktlinsen und Mikroplastiko	UN 03 UN 09	
Vertiefungsphase 3	Wiederholung / Vertiefung	Arbeit mit dem Buch		

## Das Universum (8.3)

**Inhaltsfeld 6: Sterne und Weltall**

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Sonnensystem: Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternisse, Jahreszeiten, Planeten  
Universum: Himmelsobjekte, Sternentwicklung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- den Aufbau des Sonnensystems sowie wesentliche Eigenschaften der Himmelsobjekte Sterne, Planeten, Monde und Kometen, erläutern (UF1, UF3),
- den Wechsel der Jahreszeiten als Folge der Neigung der Erdachse erklären (UF1),
- mit dem Maß Lichtjahr Entfernungen im Weltall angeben und vergleichen (UF2),
- typische Stadien der Sternentwicklung in Grundzügen darstellen (UF1, UF3, UF4, K3), 34
- mithilfe von Beispielen Auswirkungen der Gravitation sowie das Phänomen der Schwerelosigkeit erläutern (UF1, UF4).
- den Ablauf und die Entstehung von Mondphasen sowie von Sonnen- und Mondfinsternissen modellhaft erklären (E2, E6, UF1, UF3, K3),
- die Bedeutung der Erfindung des Fernrohrs für die Entwicklung des Weltbildes und der Astronomie erläutern (E7, UF1),
- an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen, Spektren) (E5, E1, UF1, K3).
- wissenschaftliche und andere Vorstellungen über die Welt und ihre Entstehung kritisch vergleichen und begründet bewerten (B1, B2, B4, K2, K4),
- auf der Grundlage von Informationen zu aktuellen Projekten der Raumfahrt die wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung dieser Projekte nach ausgewählten Kriterien beurteilen (B1, B3, K2).

## Beiträge zu Basiskonzepten:

Energie: Sterne setzen im Laufe ihrer Entwicklung Energie frei.

Struktur der Materie: Mithilfe von Spektren lassen sich Informationen über die Zusammensetzung von Sternen gewinnen.

Wechselwirkung: Die Gravitation ist die wesentliche Wechselwirkung zwischen Himmels-körpern.

System: Unser Sonnensystem besteht aus verschiedenen Körpern, die sich gegen-seitig beeinflussen.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Raumschiff Enterprise - Intro	Video-Sequenz		
Neugierphase	Mindmap zur anstehenden Unterrichtseinheit	Freemind / o UG		
Arbeitsphase 1	Die Erde Das Sonnensystem Die Milchstraße Entfernungen im Universum	Grundlagen 1 und 2 Material A (V) Material B (V) Material C (AB) Material D (AB)		
Arbeitsphase 2	Die Jahreszeiten	Grundlagen 3 Material E (AB) Material F (VV)		

Arbeitsphase 3	Die Mondphasen	Grundlagen 4 AB Sicherung 1		
Arbeitsphase 4	Sonnenfinsternis Mondfinsternis	Grundlagen 5 Material G (V) Material H (VV) AB Sicherung 2		
Arbeitsphase 5	Von der Astronomie zur Astrophysik	Grundlagen 6 Material I (AB) Material J (AB) Material K (AB) Material L (AB)		

Arbeitsphase 6	Von Sputnik 1 zur Reise auf den Mars  Schwerelosigkeit	Grundlagen 7  Material M (V)  Material n (V)		
Vertiefungsphase 1		AB P21a Sollen Touristen ins Weltall fliegen?		
Vertiefungsphase 2		AB P21b Fridays for future – there ist no planet B		
Vertiefungsphase 3	Wiederholung / Vertiefung	Arbeit mit dem Buch		



## Bewegung im Alltag und beim Sport (8.4)

**Inhaltsfeld 1:** Bewegung, Kraft und Energie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Bewegungen: Geschwindigkeit und Beschleunigung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

verschiedene Arten von Bewegungen mithilfe der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung analysieren und beschreiben (UF1, UF3),

mittlere und momentane Geschwindigkeiten unterscheiden und Geschwindigkeiten bei gleichförmigen Bewegungen berechnen (UF1, UF2),

Kurvenverläufe in Orts-Zeit-Diagrammen interpretieren (E5, K3),

Messdaten zu Bewegungen oder Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen (E4, E5, E6, K1),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Ohne Mathe geht es nicht!	F Er ist gerade im Flow!		
Neugierphase	Physikalische Größen  Physikalische Einheiten	IB Größen und Einheiten  M Meldekette  IB SI Einheitensystem		
Arbeitsphase 1	<u>Die gleichförmige Bewegung</u>	Grundlagentext 1 Grundlagentext 2 Grundlagentext 3 Grundlagentext 4  Material A bis C Material D Material E und F Material G und H  VV Ferngesteuertes Auto  AB Sicherung 1  <b>VV EXCEL 1</b>		

Arbeitsphase 2	<u>Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung</u>	<p>Grundlagentext 5 Grundlagentext 6</p> <p>Material I und J Material K und L Material M und N Material O und P</p> <p>AB Sicherung 2</p> <p>VV EXCEL 2</p>		
Vertiefungsphase 1		<p>AB P22a Flug oder Zug? Das ist hier die Frage</p>	<p>UN 07 UN 12</p> <p>VB D4 VB D5</p> <p>GD 1 GD 7</p>	
Vertiefungsphase 2		<p>Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch</p>		

## Wenn Kräfte wirken! (8.5)

**Inhaltsfeld 7:** Bewegung, Kraft und Energie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Kraft: Bewegungsänderung, Verformung, Wechselwirkungsprinzip, Gewichtskraft und Masse, Kräfteaddition, Reibung

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

Kräfte als vektorielle Größen beschreiben und einfache Kräfteadditionen grafisch durchführen (UF1, UF2),

die Konzepte Kraft und Gegenkraft sowie Kräfte im Gleichgewicht unterscheiden und an Beispielen erläutern (UF3, UF1),

Kräfte identifizieren, die zu einer Änderung des Bewegungszustands oder einer Verformung von Körpern führen (E2),

Massen und Kräfte messen sowie Gewichtskräfte berechnen (E4, E5, UF1, UF2),

**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Wechselwirkung: Durch die Einwirkung von Kräften ändern Körper ihre Bewegungszustände oder verformen sich.

Bei einem Kräftegleichgewicht ändert sich der Bewegungszustand eines Körpers nicht;

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase		VV STORCK-Riesen-Experiment		
Neugierphase	Kraft als physikalische Größe Zwei Wirkungen von Kräften: Bewegungsänderung Verformung	VV Billard	Wir kümmern uns (fast) ausschließlich um die Bewegungsänderung	
Arbeitsphase 1	<u>Kraft als physikalische Größe</u> Nicht physikalische Kräfte / physikalische Kräfte Symbol / Einheit	Grundlagen 1		

<p>Arbeitsphase 2</p>	<p><u>Kraftpfeile (Vektoren)</u>                  Betrag / Richtung / Angriffspunkt                  Kraftpfeile (Vektoren)                  Vektoraddition</p>	<p>Grundlagen 2                  Grundlagen 3                  Material A und B                  Material C und D                  Kraft und Angriffspunkt                  Kraft und Betrag                  Kraft und Richtung                  Material E bis G                  ME Vektoraddition                  Mechanik 1b bis 1d                  Mechanik 1h                  Material H und I                  Sicherung 1</p>		
-----------------------	---	---	--	--

Arbeitsphase 3	<p><u>Die Gewichtskraft</u></p> <p>Verschiedene Arten von Kräften</p> <p>Verschiedene Wirkungen von Kräften</p> <p>Experimentelle Herleitung <math>F_G = g \cdot m</math></p> <p>Ortsfaktor g</p>	<p>Grundlagen 5 Grundlagen 6</p> <p>Material J und K</p> <p>Material L und M</p> <p>Material N und O</p> <p>Sicherung 2</p>		
Vertiefungsphase 1		<p>AB P23a Jetstream beim Transatlantikflug</p>	UN 03	
Vertiefungsphase 2		<p>Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch</p>		

#### 2.7.4 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 9

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!



## Arbeit und Energie – ähnlich aber nicht gleich! (9.1)

<b>Inhaltsfeld 7:</b>	<b>Bewegung, Kraft und Energie</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Goldene Regel der Mechanik: einfache Maschinen</b>
	<b>Energieformen: Lageenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie</b>
	<b>Energieumwandlung: Energieerhaltung, Leistung</b>
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können ...
	Die Schülerinnen und Schüler können ...
	die Goldene Regel anhand der Kraftwandlung an einfachen Maschinen erläutern (UF1, UF3, UF4),
	Spannenergie, Bewegungsenergie und Lageenergie sowie andere Energieformen bei physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),
	Energieumwandlungsketten aufstellen und daran das Prinzip der Energieerhaltung erläutern (UF1, UF3),
	mithilfe der Definitionsgleichung für Lageenergie einfache Energieumwandlungsvorgänge berechnen (UF1, UF3),
	den Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erläutern und formal beschreiben (UF1, UF3),
	an Beispielen Leistungen berechnen und Leistungswerte mit Werten der eigenen Körperleistung vergleichen (UF2, UF4).
	die Goldene Regel der Mechanik mit dem Energieerhaltungssatz begründen (E1, E2, E7, K4).
	Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von einfachen Maschinen und Werkzeugen zur Bewältigung von praktischen Problemen aus einer physikalischen Sichtweise bewerten (B1, B2, B3),
	Zugänge zu Gebäuden unter dem Gesichtspunkt Barrierefreiheit beurteilen (B1, B4), <b>Material</b>
	Nahrungsmittel auf Grundlage ihres Energiegehalts bedarfsangemessen bewerten (B1, K2, K4).

<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Energie: Die Goldene Regel der Mechanik beschreibt einen Aspekt der Energieerhaltung; Energie kann zwischen diversen Formen umgewandelt werden.
	System: Bei einem Kräftegleichgewicht ändert sich der Bewegungszustand eines Körpers nicht; in geschlossenen Systemen bleibt die Energie erhalten.

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	<p>Folgende Aspekte können auftauchen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische Größe</li> <li>- Größensymbol</li> <li>- mögliche Einheiten</li> <li>- Einheitensymbole</li> <li>- verschiedene Formen</li> <li>- verschiedene Formeln</li> <li>- ...</li> </ul>	F Steckbrief Arbeit / Steckbrief Energie		
Neugierphase	Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden in einer Tabelle gesammelt.			
Arbeitsphase 1	<p><u>Die goldene Regel der Mechanik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>F \cdot s = konst</math></li> <li>- physikalische Arbeit</li> <li>- Hubarbeit</li> <li>- <math>W_H = m \cdot g \cdot h</math></li> <li>- Rampe</li> <li>- Flaschenzug</li> </ul>	<p>Grundlagen 1 Grundlagen 2</p> <p>Material A und B Material C und D Material E und F</p> <p>AB Sicherung 1</p>		

Arbeitsphase 2	<p><u>Arbeit und Energie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie</li> <li>- Energieformen (Lageenergie, Bewegungsenergie, Wärmeenergie, Spannenergie, chemische Energie)</li> <li>- Energiewandler</li> <li>- Energieketten</li> <li>- Energieerhaltung</li> </ul>	<p>Grundlagen 3 Grundlagen 4</p> <p>Material G und H Material I und J Material K und L Material M und N</p> <p>AB Sicherung 2</p>		
----------------	--	---	--	--

Arbeitsphase 3	<p><u>Leistung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhang Energie und Leistung</li> <li>- Energiegehalt von Nährstoffen</li> </ul>	<p>Grundlagen 5 Grundlagen 6</p> <p>Material Material Material Material</p> <p>AB Sicherung 3</p>		
----------------	---	---	--	--

Vertiefungsphase 1		AB P24a Unterflur – Pumpspeicherwerke	UN 07 UN 09 UN 13  VB D4  GD 1	
Vertiefungsphase 2		AB P24b Kreisel als Energiespeicher	UN 07 UN 09 UN 13  VB D4  GD 1	
Vertiefungsphase 3		Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch		

## Wir machen Druck!

**Inhaltsfeld 8: Druck und Auftrieb**

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Druck in Flüssigkeiten und Gasen: Dichte, Schweredruck, Auftrieb, Archimedisches Prinzip, Luftdruck  
Druckmessung: Druck und Kraftwirkungen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

bei Flüssigkeiten und Gasen die Größen Druck und Dichte mithilfe des Teilchenmodells erläutern (UF1, E6),

die Formelgleichungen für Druck und Dichte physikalisch erläutern und daraus Verfahren zur Messung dieser Größen ableiten (UF1, E4, E5),

den Druck bei unterschiedlichen Flächeneinheiten in der Einheit Pascal angeben (UF1),

Auftriebskräfte unter Verwendung des Archimedischen Prinzips berechnen (UF1, UF2, UF4).

den Schweredruck in einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmen (E5, E6, UF2),

die Entstehung der Auftriebskraft auf Körper in Flüssigkeiten mithilfe des Schweredrucks erklären und in einem mathematischen Modell beschreiben (E5, E6, UF2),

die Nichtlinearität des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Höhe mithilfe des Teilchenmodells qualitativ erklären (E6, K4),

anhand physikalischer Faktoren begründen, ob ein Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas steigt, sinkt oder schwebt (E3, K4).

Angaben und Messdaten von Druckwerten in verschiedenen Alltagssituationen auch unter dem Aspekt der Sicherheit sachgerecht interpretieren und bewerten (B1, B2, B3, K2).

<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>	Struktur der Materie: Der Druck in Flüssigkeiten und Gasen bestimmt den Abstand ihrer Teilchen.
	Wechselwirkung: In Flüssigkeiten und Gasen lassen sich Kraftwirkungen auf Flächen auf Stöße von Teilchen zurückführen; Auftrieb entsteht durch Kraftdifferenzen an Flächen eines Körpers.
	System: Druck- bzw. Dichteunterschiede können Bewegungen verursachen

Phase	Inhalt	Methode / Medien	Bemerkungen	Zeit
Begegnungsphase	Druck im Alltag	Slideshow		
Neugierphase	<p>Begriffe, die etwas mit dem Thema zu tun haben, werden gesammelt und strukturiert.</p> <p>Dabei können sich die SuS auf die Slideshow beziehen, es können aber auch Begriffe aus den eigenen Erfahrungen ergänzt werden!</p>	<p>oUG</p> <p>Mindmap</p>		
Arbeitsphase 1	<p><u>Druck</u></p> <p>Druck als physikalische Größe (Größensymbol, Einheiten, Einheitensymbole)</p> $p = \frac{F}{A}$ <p>Umrechnung von Einheiten</p> <p>Präfixe</p>	<p>Grundlagen 1</p> <p>Grundlagen 2</p> <p>Material A (V)</p> <p>Material B (AB)</p> <p>Material C (ME)</p> <p>Material D (AB / ME)</p>		



Arbeitsphase 2	<p><u>Schweredruck in Flüssigkeiten</u></p> $p = \rho \cdot g \cdot h$	<p>Grundlagen 3</p> <p>Grundlagen 4</p> <p>Material E (V)</p> <p>Material F (ME)</p> <p>Material G (VV)</p> <p>Material H (AB)</p>		
Arbeitsphase 3	<p><u>Auftriebskraft</u></p> <p>Prinzip von Archimedes</p> $F_A = \rho_{Fl} \cdot g \cdot h$	<p>Grundlagen 5</p> <p>Grundlagen 6</p> <p>Material I (ME)</p> <p>Material J (ME)</p>		

Arbeitsphase 4	<u>Luftdruck</u> Luftdruck und Wetter Luftdruck auf Teilchenebene	Grundlagen 7 Grundlagen 8 LZ Luftdruck		
Vertiefungsphase 1		P25a Wasserstoff aus Metallhydridspeichern	UN 07 UN 09 UN 13  VB D4  GD 1 GD 9	
Vertiefungsphase 2		Weitere Übungsaufgaben Arbeit mit dem Buch		

### 2.7.5 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Jahrgangsstufe 10

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

### 2.7.6 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Einführungsphase (EF)

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

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

### 2.7.7 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Qualifikationsphase (Q1 und Q2)

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</b>		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Photons</i>                      Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?                      Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photon (Wellenaspekt)</li> </ul>	E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation
<p><i>Erforschung des Elektrons</i>                      Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?                      Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektron (Teilchenaspekt)</li> </ul>	UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E5 Auswertung E6 Modelle
<p><i>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</i>                      Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?                      Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt)</li> <li>• Quantenobjekte und ihre Eigenschaften</li> </ul>	E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</i>                      Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?                      Zeitbedarf: 18 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannung und elektrische Energie</li> <li>• Induktion</li> <li>• Spannungswandlung</li> </ul>	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien
<p><i>Wirbelströme im Alltag</i>                      Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?                      Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktion</li> </ul>	UF4 Vernetzung E5 Auswertung B1 Kriterien
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 56 Stunden</b></p>		

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</b>		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i>                      Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?                      Zeitbedarf: 13 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiequantelung der Atomhülle</li> <li>• Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E2 Wahrnehmung und Messung
<p><i>Mensch und Strahlung</i>                      Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?                      Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernumwandlungen</li> <li>• Ionisierende Strahlung</li> <li>• Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Forschung am CERN und DESY</i>                      Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?                      Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardmodell der Elementarteilchen</li> </ul>	UF3 Systematisierung E6 Modelle
<p><i>Navigationssysteme</i>                      Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?                      Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> </ul>	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
<p><i>Teilchenbeschleuniger</i>                      Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?                      Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	UF4 Vernetzung B1 Kriterien
<p><i>Das heutige Weltbild</i>                      Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?                      Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p><i>Relativität von Raum und Zeit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 41 Stunden</b></p>		



Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</i> Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Problem der Gleichzeitigkeit</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle</p>
<p><i>Höhenstrahlung</i> Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitdilatation und Längenkontraktion</li> </ul>	<p>E5 Auswertung K3 Präsentation</p>
<p><i>Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten</i> Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativistische Massenzunahme</li> <li>• Energie-Masse-Beziehung</li> </ul>	<p>UF4 Vernetzung B1 Kriterien</p>
<p><i>Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation</i> Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</li> </ul>	<p>K3 Präsentation</p>
<p><i>Das heutige Weltbild</i> Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Problem der Gleichzeitigkeit</li> <li>• Zeitdilatation und Längenkontraktion</li> <li>• Relativistische Massenzunahme</li> <li>• Energie-Masse-Beziehung</li> <li>• Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</li> </ul>	<p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Untersuchung von Elektronen</i>                      Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?                      Zeitbedarf: 24 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder</li> <li>Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</li> </ul>	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</i>                      Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet?                      Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder</li> <li>Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</li> </ul>	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</i>                      Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?                      Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromagnetische Induktion</li> </ul>	UF2 Auswahl E6 Modelle B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><i>Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</i>                      Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?                      Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</li> </ul>	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden</b></p>		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Erforschung des Photons</i> Besteht Licht doch aus Teilchen? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Quantenphysik und klassische Physik</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</i> Was ist Röntgenstrahlung? Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe E6 Modelle</p>
<p><i>Erforschung des Elektrons</i> Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe K3 Präsentation</p>
<p><i>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</i> Was ist anders im Mikrokosmos? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsinterpretation</li> <li>• Quantenphysik und klassische Physik</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe E7 Arbeits- und Denkweisen</p>

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</i> Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p><i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</i> Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionisierende Strahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	<p>UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung</p>
<p><i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</i> Wie funktioniert die <sup>14</sup>C-Methode? Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl E5 Auswertung</p>
<p><i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</i> Wie funktioniert ein Kernkraftwerk? Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung und Kernfusion</li> <li>• Ionisierende Strahlung</li> </ul>	<p>B1 Kriterien UF4 Vernetzung</p>
<p><i>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</i> Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Zeitbedarf: 11 Ustd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</li> </ul>	<p>UF3 Systematisierung K2 Recherche</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden</p>		

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### 2.1.2.1 Einführungsphase

#### Inhaltsfeld: *Mechanik*

#### Kontext: *Physik und Sport*

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können ...

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

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

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Sport</p> <p>Aristoteles vs. Galilei (2 Ustd.)</p>	<p>stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4).</p>	<p><b>Textauszüge aus Galileis <i>Discorsi zur Mechanik und zu den Fallgesetzen</i></b></p> <p>Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammgedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)</p>	<p>Einstieg über faire Beurteilung sportlicher Leistungen (Weitsprung in West bzw. Ostrichtung, Speerwurf usw., Konsequenzen aus der Ansicht einer ruhenden oder einer bewegten Erde)</p> <p>Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper</p> <p>Vorstellungen zur Trägheit und zur Fallbewegung, Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten</p> <p>Vergleich der Vorstellungen von Aristoteles und Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen.</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen (16 Ustd.)	unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1), planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. $t$ - $s$ - und $t$ - $v$ -Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),	Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA</i> , <i>Tracker</i> ) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen)  <b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</b>  <b>Freier Fall</b> und Bewegung auf einer schiefen Ebene  <b>Wurfbewegungen</b> Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel	Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation) Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung) Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung  Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung Erstellung von $t$ - $s$ - und $t$ - $v$ -Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden. Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse) Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
<p>Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung (12 Ustd.)</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), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),</p>	<p><b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</b> <b>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</b> <b>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</b></p>	<p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I. Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften</p>



Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Energie und Leistung Impuls (12 Ustd.)	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),</p> <p>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),</p> <p>verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),</p> <p>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),</p> <p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),</p>	<p>Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals</p> <p>Fadenpendel (Schaukel)</p> <p>Sportvideos</p> <p><b>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</b></p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen</p> <p>Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit</p> <p>Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p>Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung)</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße</p> <p>Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)</p> <p>Hinweis: Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Weltraum“</p>
<b>42 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum**

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende (3 Ustd.)	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),	<b>Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell</b>	Einstieg über Film zur Entwicklung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum Beobachtungen am Himmel Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen
Planetenbewegungen und Kepler'sche Gesetze (5 Ustd.)	ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6), beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3).	Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen	Orientierung am Himmel Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen Benutzung geeigneter Apps

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld (6 Ustd.)	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet	Newton'sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler'schen Gesetze Newton'sche „Mondrechnung“ Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes und der Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“
Kreisbewegungen (8 Ustd.)	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),	<b>Messung der Zentralkraft</b> <b>An dieser Stelle sollen das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.</b>	Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung: Herausstellen der Notwendigkeit der Konstanthaltung der restlichen Größen bei der experimentellen Bestimmung einer von mehreren anderen Größen abhängigen physikalischen Größe (hier bei der Bestimmung der Zentripetalkraft in Abhängigkeit von der Masse des rotierenden Körpers) Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten Bahnen von Satelliten und Planeten

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar/didaktische Hinweise</b>
Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß (6 Ustd.)	verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).	Skateboards und Medizinball Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	Impuls und Rückstoß Bewegung einer Rakete im luftleeren Raum Untersuchungen mit einer Wasserrakete, Simulation des Fluges einer Rakete in einer Excel-Tabelle Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme
<b>28 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Schall**

Leitfrage: Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Entstehung und Ausbreitung von Schall (4 Ustd.)	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuumglocke	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels der Höreindrücke des Menschen
Modelle der Wellenausbreitung (4 Ustd.)	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),	<b>Lange Schraubenfeder, Wellenwanne</b>	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
Erzwungene Schwingungen und Resonanz (2 Ustd.)	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

### 2.7.7 Übersichtsraster der Unterrichtsinhalte und Kompetenzen der Qualifikationsphase (Q1 und Q2)

Ausgehend vom Lehrplan wird aufgeführt, ... welches **Inhaltsfeld** im Mittelpunkt der Einheit steht.

... welche **inhaltlichen Schwerpunkte** Berücksichtigung finden.

... welche **konkretisierten Kompetenzerwartungen** mit der Einheit erfüllt werden sollen.

... welche **Beiträge zu den Basiskonzepten** die Einheit liefert.

#### Verwendete Abkürzungen:

AB	Arbeitsblatt
AU	Audio
F	Folie
HTM	Hypertextmodul
M	Methode
ME	Interaktives Medienelement (z. B. AN [Animation], HTM [Hypertextmodul], SB [Schaubild], ...)
S	Spiel (z. B. KS [Kartenspiel], RS [Rollenspiel], ...)
SÜ	Schriftliche Übung
V	Video
VV	Versuchsvorschrift

Die **rot markierten Materialien** müssen noch erstellt werden!

Bei den **dunkelgrün markierten Materialien** handelt es sich um Materialien zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeit“!

**2.1.2.2 Qualifikationsphase: Grundkurs**

**Inhaltsfeld: Quantenobjekte (GK)**

**Kontext: Erforschung des Photons**

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
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,



<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Elementarladung (5 Ustd.)	<p>erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),</p> <p>untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).</p>	<p>schwebender Wattebausch <b>Millikanversuch</b> Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung) Auch als Simulation möglich</p>	<p>Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung</p> <p>Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren</p>
Elektronenmasse (7 Ustd.)	<p>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),</p> <p>bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),</p> <p>modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),</p>	<p><b>e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar</b></p> <p>auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft)</p> <p>evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit)</p> <p>Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde</p>	<p>Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft:</p> <p>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.</p> <p>Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.</p>
Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge (3 Ustd.)	<p>erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).</p>	<p><b>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</b></p>	<p>Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung</p>
<b>15 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte**

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photo-nen 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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Licht und Materie (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),  verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte 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,

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</b>  Elektromagnetische Induktion  Induktionsspannung  (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),  definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),  bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),  werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „ <b>Leiterschaukelversuch</b> “  Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der <b>Leiterschaukel</b> )  Gedankenexperimente zur 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>Technisch praktikable Generatoren:</b>  Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen  (4 Ustd.)	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),  erläutern adressatenbezogen 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.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	<p>erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p> <p>führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</p>	<p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit <b>Oszilloskop</b> und <b>digitalem Messwerterfassungssystem</b></p>	<p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.</p>
<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 Elektro-Kleingeräten (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>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Energieerhaltung Ohm'sche „Verluste“ (4 Ustd.)	<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>	<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	Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.
<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,

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
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 absorbierter 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: Bremsspektrum 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.)	unterscheiden $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),  erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5),  bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),	Recherche  <b>Absorptionsexperimente zu <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</b>	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.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie</p> <p>(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 Begriffe: 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,

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

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

**2.1.2.3 Qualifikationsphase: Leistungskurs**

**Inhaltsfeld: *Relativitätstheorie (LK)***

**Kontext: *Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut***

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit  Inertialsysteme  Relativität der Gleichzeitigkeit  (4 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler...  begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6),  erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2),  begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation)  Relativität der Gleichzeitigkeit (Video / Film)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen  Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson- und Morley-Experiments (Computersimulation).  Das Additionstheorem für relativistische Geschwindigkeiten kann ergänzend ohne Herleitung angegeben werden.
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		



**Kontext: Höhenstrahlung**

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Zeitdilatation und Längenkontraktion

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Zeitdilatation und relativistischer Faktor (2 Ustd., zusätzlich Exkursion)	Die Schülerinnen und Schüler...  leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),  reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7).  erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)	Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation)  Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)	Mit der Lichtuhr wird der relativistische Faktor $\gamma$ hergeleitet.  Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als eine experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation.
Längenkontraktion (2 Ustd.)	begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),  erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),  beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),	Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität) – s. o.	Der Myonenzerfall dient als experimentelle Bestätigung der Längenkontraktion (im Vergleich zur Zeitdilatation) – s. o.  Herleitung der Formel für die Längenkontraktion
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten**

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (4 Ustd.)	erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),	Bertozzi-Experiment (anhand von Literatur)	Hier würde sich eine Schülerpräsentation des Bertozzi-Experiments anbieten.  Der Einfluss der Massenzunahme wird in einer Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.  Die Formel für die dynamische Masse wird als deduktiv herleitbar angegeben.
Ruhemasse und dynamische Masse (2 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1) berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2)		Die Differenz aus dynamischer Masse und Ruhemasse wird als Maß für die kinetische Energie eines Körpers identifiziert.
Bindungsenergie im Atomkern Annihilation (2 Ustd.)	beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4),  bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1),  beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),	Historische Aufnahme von Teilchenbahnen	Interpretation des Zusammenhangs zwischen Bindungsenergie pro Nukleon und der Kernspaltungs- bzw. Kernfusionsenergie bei den entsprechenden Prozessen.  Es können Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.  Erzeugung und Vernichtung von Teilchen
<b>8 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation**

Leitfrage: Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Gravitation und Zeitmessung  (2 Ustd.)	beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4)	Der Gang zweier Atomuhren in unterschiedlicher Höhe in einem Raum (früheres Experimente der PTB Braunschweig)  Flug von Atomuhren um die Erde (Video)	Dieser Unterrichtsabschnitt soll lediglich einen ersten – qualitativ orientierten – Einblick in die Äquivalenz von Gravitation und gleichmäßig beschleunigten Bezugssystemen geben.  Elemente des Kontextes Satellitennavigation können genutzt werden, um sowohl die Zeitdilatation (infolge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Satelliten) als auch die Gravitationswirkung (infolge ihres Aufenthalts an verschiedenen Orten im Gravitationsfeld der Erde) zu verdeutlichen.
Die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit)  (2 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).	Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment  Das Zwillingsparadoxon (mit Beschleunigungsphasen und Phasen der gleichförmigen Bewegung)  Film / Video	An dieser Stelle könnte eine Schülerpräsentation erfolgen (mithilfe der Nutzung von Informationen und Animationen aus dem Internet)
<b>4 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Das heutige Weltbild**

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler...  bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).	Lehrbuchtexte, Internetrecherche	Ggf. Schülervortrag
<b>2 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Inhaltsfeld: *Elektrik (LK)***

**Kontext: *Untersuchung von Elektronen***

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Grundlagen:</b> Ladungstrennung, Ladungsträger (4 Ustd.)</p>	<p>erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),</p>	<p>einfache Versuche zur Reibungselektrizität – Anziehung / Abstoßung,  halbquantitative Versuche mit Hilfe eines Elektrometerverstäkers: Zwei aneinander geriebene Kunststoffstäbe aus unterschiedlichen Materialien tragen betragsmäßig gleiche, aber entgegengesetzte Ladungen, Influenzversuche</p>	<p>An dieser Stelle sollte ein Rückgriff auf die S I erfolgen.  Das Elektron soll als (ein) Träger der negativen Ladung benannt und seine Eigenschaften untersucht werden.</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Bestimmung der Elementarladung:</b> elektrische Felder, Feldlinien potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung Kondensator Elementarladung (10 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),	Skizzen zum prinzipiellen Aufbau des Millikanversuchs, realer Versuchsaufbau oder entsprechende Medien (z. B: RCL (remote control laboratory), einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder im Feldlinienmodell, Plattenkondensator (homogenes E-Feld),	Die Versuchsidee „eines“ Millikanversuchs wird erarbeitet. Der Begriff des elektrischen Feldes und das Feldlinienmodell werden eingeführt. Die elektrische Feldstärke in einem Punkt eines elektrischen Feldes, der Begriff „homogenes Feld“ und die Spannung werden definiert.
	leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),	evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition, Spannungsmessung am Plattenkondensator, Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikanversuch	Zusammenhang zwischen E und U im homogenen Feld Bestimmung der Elementarladung mit Diskussion der Messgenauigkeit An dieser Stelle sollten Übungsaufgaben erfolgen, z.B. auch zum Coulomb'schen Gesetz. Dieses kann auch nur per Plausibilitätsbetrachtung eingeführt werden.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Bestimmung der Masse eines Elektrons:</b>                      magnetische Felder, Feldlinien,                      potentielle Energie im elektrischen Feld, Energie bewegter Ladungsträger,                      Elektronenmasse                      (10 Ustd.)</p>	<p>erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4),                      treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),                      beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),                      ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),</p>	<p>Fadenstrahlrohr (zunächst) zur Erarbeitung der Versuchsidee,                      (z.B.) Stromwaage zur Demonstration der Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld sowie zur Veranschaulichung der Definition der magnetischen Feldstärke,                      Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentzkraft,                      Fadenstrahlrohr zur <math>e/m</math> – Bestimmung (das Problem der Messung der magnetischen Feldstärke wird ausgelagert.)</p>	<p>Die Frage nach der Masse eines Elektrons führt zu weiteren Überlegungen.                      Als Versuchsidee wird (evtl. in Anlehnung an astronomischen Berechnungen in der EF) die Auswertung der Daten einer erzwungenen Kreisbewegung des Teilchens erarbeitet.                      Dazu wird der Begriff des magnetischen Feldes eingeführt sowie die Veranschaulichung magnetischer Felder (inkl. Feldlinienmodell) erarbeitet.                      Definition der magnetischen Feldstärke, Definition des homogenen Magnetfeldes,                      Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, Herleitung der Formel für die Lorentzkraft,</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	<p>erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</p> <p>leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4),</p> <p>schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),</p>		<p>Ein Verfahren zur Beschleunigung der Elektronen sowie zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeit wird erarbeitet.</p>
<b>24 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		



**Kontext: Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen**

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

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Anwendungen in Forschung und Technik:</b></p> <p>Bewegung von Ladungsträgern in Feldern (12 Ustd.)</p>	<p>beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</p> <p>beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),</p> <p>ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),</p> <p>schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern, (E5, UF2),</p> <p>erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</p> <p>erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p>	<p>Hallsonde, Halleffektgerät, diverse Spulen, deren Felder vermessen werden (insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen), Elektronenstrahlableitkröhre visuelle Medien und Computersimulationen (ggf. RCLs) zum Massenspektrometer, Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern</p>	<p>Das Problem der Messung der Stärke des magnetischen Feldes der Helmholtzspulen (<math>e/m</math> – Bestimmung) wird wieder aufgegriffen, Vorstellung des Aufbaus einer Hallsonde und Erarbeitung der Funktionsweise einer Hallsonde, Veranschaulichung mit dem Halleffektgerät (Silber), Kalibrierung einer Hallsonde, Messungen mit der Hallsonde, u. a. nachträgliche Vermessung des Helmholtzspulenfeldes, Bestimmung der magnetischen Feldkonstante, Arbeits- und Funktionsweisen sowie die Verwendungszwecke diverser Elektronenröhren, Teilchenbeschleuniger und eines Massenspektrometers werden untersucht.</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),  wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen $E$ -Feld) problembezogen aus (UF2),		

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Moderne messtechnische Verfahren sowie Hilfsmittel zur Mathematisierung:</b></p> <p>Auf- und Entladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Feldes (10 Ustd.)</p>	<p>erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen <math>E</math>-Feld) problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2),</p> <p>beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),</p>	<p>diverse Kondensatoren (als Ladungs-/ Energiespeicher), Aufbaukondensatoren mit der Möglichkeit die Plattenfläche und den Plattenabstand zu variieren, statische Voltmeter bzw. Elektrometermessverstärker, Schülerversuche zur Auf- und Entladung von Kondensatoren sowohl mit großen Kapazitäten (Messungen mit Multimeter) als auch mit kleineren Kapazitäten (Messungen mit Hilfe von Messwerterfassungssystemen), Computer oder GTR/CAS-Rechner zur Messwertverarbeitung</p>	<p>Kondensatoren werden als Ladungs-/ Energiespeicher vorgestellt (z.B. bei elektronischen Geräten wie Computern).</p> <p>Die (Speicher-) Kapazität wird definiert und der Zusammenhang zwischen Kapazität, Plattenabstand und Plattenfläche für den Plattenkondensator (deduktiv mit Hilfe der Grundgleichung des elektrischen Feldes) ermittelt.</p> <p>Plausibilitätsbetrachtung zur Grundgleichung des elektrischen Feldes im Feldlinienmodell,</p> <p>Ermittlung der elektrischen Feldkonstante (evtl. Messung),</p> <p>Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren werden messtechnisch erfasst, computerbasiert ausgewertet und mithilfe von Differentialgleichungen beschrieben.</p> <p>deduktive Herleitung der im elektrischen Feld eines Kondensators gespeicherten elektrischen Energie</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),  wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),		
<b>22 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie**

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie:</b></p> <p>Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Energie des magnetischen Feldes (22 Ustd.)</p>	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),</p> <p>führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3),</p> <p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße <math>B</math> in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),</p>	<p>Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,</p> <p>Bewegung eines Leiters im Magnetfeld - Leiterschaukel, einfaches elektrodynamisches Mikrofon,</p> <p>Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</p> <p>quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße <math>B</math>, registrierende Messung von <math>B(t)</math> und <math>U_{ind}(t)</math>,</p> <p>„Aufbau-“ Transformatoren zur Spannungswandlung</p>	<p>Leiterschaukelversuch evtl. auch im Hinblick auf die Registrierung einer gedämpften mechanischen Schwingung auswertbar,</p> <p>Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren werden nur qualitativ behandelt.</p> <p>Das Induktionsgesetz in seiner allgemeinen Form wird erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flächenänderung (deduktive Herleitung)</li> <li>2. Änderung der Feldgröße <math>B</math> (quantitatives Experiment)</li> </ol> <p>Drehung einer Leiterschleife (qualitative Betrachtung)</p> <p>Der magnetische Fluss wird definiert, das Induktionsgesetz als Zusammenfassung und Verallgemeinerung der Ergebnisse formuliert.</p> <p>qualitative Deutung des Versuchsergebnisses zur Selbstinduktion</p>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	<p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p> <p>ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2),</p> <p>bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6),</p> <p>begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),</p>	<p>Modellversuch zu einer „Überlandleitung“ (aus CrNi-Draht) mit zwei „Trafo-Stationen“, zur Untersuchung der Energieverluste bei unterschiedlich hohen Spannungen,</p> <p>Versuch (qualitativ und quantitativ) zur Demonstration der Selbstinduktion (registrierende Messung und Vergleich der Ein- und Ausschaltströme in parallelen Stromkreisen mit rein ohmscher bzw. mit induktiver Last),</p> <p>Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen, diverse „Ringversuche“</p>	<p>Deduktive Herleitung des Terms für die Selbstinduktionsspannung einer langen Spule (ausgehend vom Induktionsgesetz), Interpretation des Vorzeichens mit Hilfe der Lenz'schen Regel</p> <p>Definition der Induktivität,</p> <p>messtechnische Erfassung und computerbasierte Auswertung von Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen</p> <p>deduktive Herleitung der im magnetischen Feld einer Spule gespeicherten magnetischen Energie</p>
<b>22 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		



**Kontext: *Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung***

Leitfrage: Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
<p><b>Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik:</b></p> <p>Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis,</p> <p>Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis</p> <p>(12 Ustd.)</p>	<p>erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),</p> <p>treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),</p> <p>beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),</p>	<p>MW-Radio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung mit der Möglichkeit, die modulierte Trägerschwingung (z.B. oszilloskopisch) zu registrieren,</p> <p>einfache Resonanzversuche (auch aus der Mechanik / Akustik),</p>	<p>Zur Einbindung der Inhalte in den Kontext wird zunächst ein Mittelwellenradio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung vorgestellt.</p> <p>Der Schwingkreis als zentrale Funktionseinheit des MW-Radios: Es kann leicht gezeigt werden, dass durch Veränderung von L bzw. C der Schwingkreis so „abgestimmt“ werden kann, dass (z.B. oszilloskopisch) eine modulierte Trägerschwingung registriert werden kann, also der Schwingkreis „von außen“ angeregt wird.</p> <p>Die Analogie zu mechanischen Resonanzversuchen wird aufgezeigt.</p>
	<p>wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p>	<p>RLC - Serienschwingkreis insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren,</p> <p>ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter elektromagnetischer Schwingungen</p>	<p>Die zentrale Funktionseinheit „Schwingkreis“ wird genauer untersucht.</p> <p>Spannungen und Ströme im RCL – Kreis werden zeitaufgelöst registriert, die Diagramme sind Grundlage für die qualitative Beschreibung der Vorgänge in Spule und Kondensator.</p> <p>Quantitativ wird nur die ungedämpfte Schwingung beschrieben (inkl. der Herleitung der Thomsonformel).</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2).</p>		<p>Die Möglichkeiten zur mathematischen Beschreibung gedämpfter Schwingungen sowie Möglichkeiten der Entdämpfung / Rückkopplung können kurz und rein qualitativ angesprochen werden.</p>
<p><b>Materiefreie Übertragung von Information und Energie:</b></p> <p>Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen, (16 Ustd.)</p>	<p>beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),</p> <p>erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei <math>B</math>- bzw. <math>E</math>-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),</p> <p>beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),</p> <p>erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).</p> <p>ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</p> <p>beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).</p> <p>erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),</p>	<p>L-C-Kreis, der sich mit einem magnetischen Wechselfeld über eine „Antenne“ zu Schwingungen anregen lässt,</p> <p>dm-Wellen-Sender mit Zubehör (Empfängerdipol, Feldindikatorlampe),</p> <p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der zeitlichen Änderung der E- und B-Felder beim Hertz'schen Dipol, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Ringentladungsröhre (zur Vertiefung der elektromagnetischen Induktion),</p> <p>visuelle Medien zur magneto-elektrischen Induktion,</p> <p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Versuche mit dem dm-Wellen-Sender (s.o.),</p>	<p>Erinnerung an die Anregung des MW-Radio-Schwingkreises durch „Radiowellen“ zur Motivation der Erforschung sogenannter elektromagnetischer Wellen,</p> <p>Das Phänomen der elektromagnetische Welle, ihre Erzeugung und Ausbreitung werden erarbeitet.</p> <p>Übergang vom Schwingkreis zum Hertz'schen Dipol durch Verkleinerung von L und C,</p> <p>Überlegungen zum „Ausbreitungsmechanismus“ elektromagnetischer Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktion findet auch ohne Leiter („Induktionsschleife“) statt!</li> <li>• (Z.B.) Versuch zur Demonstration des Magnetfeldes um stromdurchflossene Leiter, über die ein Kondensator aufgeladen wird.</li> <li>• Auch im Bereich zwischen den Kondensatorplatten existiert ein magnetisches Wirbelfeld.</li> </ul>

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).</p>	<p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer linearen (harmonischen) Welle, auch Wellenmaschine zur Erinnerung an mechanische Wellen, entsprechende Computersimulationen,</p> <p>Wellenwanne</p> <p>Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</p> <p>Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) – sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)</p>	<p>Beugungs-, Brechungs- und Interferenzerscheinungen zum Nachweis des Wellencharakters elektromagnetischer Wellen,</p>
<b>28 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Inhaltsfeld: Quantenphysik (LK)**

**Kontext: Erforschung des Photons**

Leitfrage: Besteht Licht doch aus Teilchen?

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Lichtelektrischer Effekt (1 Ustd.)	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6) legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7),	Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch geschmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampf-Lampe (ohne und mit UV-absorbierender Glasscheibe)	Qualitative Demonstration des Photoeffekts

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Teilcheneigenschaften von Photonen Planck'sches Wirkungsquantum (7 Ustd.)	erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3), erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1), diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),	1. Versuch zur h-Bestimmung: Gegenspannungsmethode (Hg-Linien mit Cs-Diode) 2. Versuch zur h-Bestimmung: Mit Simulationsprogramm (in häuslicher Arbeit)	Spannungsbestimmung mithilfe Kondensatoraufladung erwähnen  Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, kann an dieser Stelle auch der Compton-Effekt behandelt werden: Bedeutung der Anwendbarkeit der (mechanischen) Stoßgesetze hinsichtlich der Zuordnung eines Impulses für Photonen Keine detaillierte (vollständig relativistische) Rechnung im Unterricht notwendig, Rechnung ggf. als Referat vorstellen lassen
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons**

Leitfrage: Was ist Röntgenstrahlung?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Röntgenröhre Röntgenspektrum (2 Ustd.)	beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),	Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung  Sollte keine Röntgenröhre zur Verfügung stehen, kann mit einem interaktiven Bildschirmexperiment (IBE) gearbeitet werden (z.B. <a href="http://www.mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/quantenphysik/sv/roentgen.php">http://www.mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/quantenphysik/sv/roentgen.php</a> oder <a href="http://www.uni-due.de/physik/ap/iabe/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html">http://www.uni-due.de/physik/ap/iabe/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html</a> )	Die Behandlung der Röntgenstrahlung erscheint an dieser Stelle als „Einschub“ in die Reihe zur Quantenphysik sinnvoll, obwohl sie auch zu anderen Sachbereichen Querverbindungen hat und dort durchgeführt werden könnte (z.B. „Physik der Atomhülle“)  Zu diesem Zeitpunkt müssen kurze Sachinformationen zum Aufbau der Atomhülle und den Energiezuständen der Hüllelektronen gegeben (recherchiert) werden.  Das IBE sollte für die häusliche Arbeit genutzt werden.
Bragg'sche Reflexionsbedingung (2 Ustd.)	erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6),	Aufnahme eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)	Die Bragg'sche Reflexionsbedingung basiert auf Welleninterpretation, die Registrierung der Röntgenstrahlung mithilfe des Detektors hat den Teilchenaspekt im Vordergrund

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Planck'sches Wirkungsquantum (1 Ustd.)	deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),		Eine zweite Bestimmungsmethode für das Planck'sche Wirkungsquantum
Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode  Strukturanalyse nach Debye-Scherrer (2 Ustd.)			Schülerreferate mit Präsentationen zur Debye-Scherrer-Methode
Röntgenröhre in Medizin und Technik (2 Ustd.)	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),	Film / Video / Foto  Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)	Schülerreferate mit Präsentationen anhand Literatur- und Internetrecherchen  Ggf. Exkursion zum Röntgenmuseum in Lennep  Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses (die aber auch in Rahmen der Kernphysik (s. dort: „Biologische Wirkung ionisierender Strahlung“) durchgeführt werden kann)
<b>9 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		



**Kontext: Erforschung des Elektrons**

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photo-nen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Wellencharakter von Elektronen (2 Ustd.)	interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),	Qualitative Demonstrationen mit der Elektronenbeugungsröhre Qualitative Demonstrationen mithilfe RCL (Uni Kaiserslautern: <a href="http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/">http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/</a> )	Hinweise auf erlaubte nichtrelativistische Betrachtung (bei der verwendeten Elektronenbeugungsröhre der Schule)
Streuung und Beugung von Elektronen De Broglie-Hypothese (4 Ustd.)	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),	Quantitative Messung mit der Elektronenbeugungsröhre	Herausstellen der Bedeutung der Bragg'schen Reflexionsbedingung für (Röntgen-) Photonen wie für Elektronen mit Blick auf den Wellenaspekt von Quantenobjekten Dabei Betonung der herausragenden Bedeutung der de Broglie-Gleichung für die quantitative Beschreibung der (lichtschnellen und nicht lichtschneller) Quantenobjekte
<b>6 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie**

Leitfrage: Was ist anders im Mikrokosmos?

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

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
linearer Potentialtopf Energiewerte im linearen Potentialtopf (4 Ustd.)	deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).		Auf die Anwendbarkeit des Potentialtopf-Modells bei Farbstoffmolekülen wird hingewiesen. Die Anwendbarkeit des (mechanischen) Modells der stehenden Welle kann insofern bestätigt werden, als dass die für die stehenden Wellen sich ergebende DGI mit derjenigen der (zeitunabhängigen) Schrödinger-DGI strukturell übereinstimmt. Ein Ausblick auf die Schrödinger-Gleichung genügt.

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit (4 Ustd.)	<p>erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</p> <p>erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).</p> <p>erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),</p> <p>diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7),</p> <p>stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),</p>	Demonstration des Durchgangs eines einzelnen Quantenobjekts durch einen Doppelspalt mithilfe eines Simulationsprogramms und mithilfe von Videos	
Heisenberg'sche Unschärferelation (2 Ustd.)	<p>erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),</p> <p>bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).</p>		Die Heisenberg'sche Unschärferelation kann (aus fachlicher Sicht) plausibel gemacht werden aufgrund des sich aus der Interferenzbedingung ergebenden Querimpulses eines Quantenobjekts, wenn dieses einen Spalt passiert.
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

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

**Kontext: Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht**

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<b>Atomaufbau:</b> Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),	Recherche in Literatur und Internet  Rutherford'scher Streuversuch	Diverse Atommodelle (Antike bis Anfang 20. Jhd.)  Per Arbeitsblatt oder Applet (z.B. <a href="http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/rutherford.html">http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/rutherford.html</a> )
Energiequantelung der Hüllelektronen (3 Ustd.)	erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),	Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch	Linienspektren deuten auf diskrete Energien hin
Linienspektren (3 Ustd.)	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).	Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung), Linienspektren von H	Demonstrationsversuch, Arbeitsblatt
Bohr'sche Postulate (2 Ustd.)	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),	Literatur, Arbeitsblatt	Berechnung der Energieniveaus, Bohr'scher Radius
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)**

Leitfrage: Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?

Inhaltliche Schwerpunkte: Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
<p><b>Ionisierende Strahlung:</b> Detektoren (3 Ustd.)</p>	<p>benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),</p>	<p>Geiger-Müller-Zählrohr, Arbeitsblatt  Nebelkammer</p>	<p>Ggf. Schülermessungen mit Zählrohren (Alltagsgegenstände, Nulleffekt , Präparate etc.)  Demonstration der Nebelkammer, ggf. Schülerbausatz  Material zu Halbleiterdetektoren</p>
<p>Strahlungsarten (5 Ustd.)</p>	<p>erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3),  erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),  benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),  erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),</p>	<p>Absorption von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung  Ablenkung von <math>\beta</math>-Strahlen im Magnetfeld  Literatur (zur Röntgen-, Neutronen- und Schwerionenstrahlung)</p>	<p>Ggf. Absorption und Ablenkung in Schülerexperimenten</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Dosimetrie (2 Ustd.)	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),	Video zur Dosimetrie  Auswertung von Berichten über Unfälle im kerntechnischen Bereich	
Bildgebende Verfahren (4 Ustd.)	stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),  beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),	Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)  Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses	Nutzung von Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle bei technischen Anlagen
<b>14 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen**

Leitfrage: Wie funktioniert die 14C-Methode?

Inhaltliche Schwerpunkte: Radioaktiver Zerfall

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<b>Radioaktiver Zerfall:</b> Kernkräfte (1 Ustd.)	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),	Ausschnitt aus Nuklidkarte	Aufbauend auf Physik- und Chemieunterricht der S I

<b>Inhalt</b> (Ustd. à 45 min)	<b>Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Experiment / Medium</b>	<b>Kommentar</b>
Zerfallsprozesse (7 Ustd.)	identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),	Elektronische Nuklidkarte	Umgang mit einer Nuklidkarte
	entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),  nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),  leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),	Radon-Messung im Schulkeller (Zentralabitur 2008)  Tabellenkalkulation  Ggf. CAS	Siehe <a href="http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html">http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html</a>  Ggf. Auswertung mit Tabellenkalkulation durch Schüler  Linearisierung, Quotientenmethode, Halbwertszeitabschätzung, ggf. logarithmische Auftragung  Ansatz analog zur quantitativen Beschreibung von Kondensatorentladungen
Altersbestimmung (2 Ustd.)	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),	Arbeitsblatt	Ggf. Uran-Blei-Datierung
<b>10 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

**Kontext: Energiegewinnung durch nukleare Prozesse**

Leitfrage: Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
<b>Kernspaltung und Kernfusion:</b>  Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie  (2 Ustd.)	Die Schülerinnen und Schüler...  bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1),  bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),	Video zu Kernwaffenexplosion	Z.B. YouTube
Kettenreaktion  (2 Ustd.)	erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6),  beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),	Mausefallenmodell, Video, Applet	Videos zum Mausefallenmodell sind im Netz (z.B. bei YouTube) verfügbar
Kernspaltung, Kernfusion  (5 Ustd.)	beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4),  hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).	Diagramm $B/A$ gegen $A$ , Tabellenwerk, ggf. Applet  Recherche in Literatur und Internet  Schülerdiskussion, ggf. Fish Bowl, Amerikanische Debatte, Pro-Kontra-Diskussion	Z.B. <a href="http://www.leifiphysik.de">http://www.leifiphysik.de</a>  Siehe <a href="http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm">http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm</a>



Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
9 Ustd.	Summe		

**Kontext: *Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen***

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

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

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

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),	Existenz von Quarks (Video) Internet (CERN / DESY)	Da in der Schule kaum Experimente zum Thema „Elementarteilchenphysik“ vorhanden sind, sollen besonders Rechercheaufgaben und Präsentationen im Unterricht genutzt werden. Internet: <a href="http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/">http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/</a> Ggf. Schülerreferate
Kernkräfte Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen (4 Ustd.)	vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6). erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).	Darstellung der Wechselwirkung mit Feynman-Graphen (anhand von Literatur)	Besonderer Hinweis auf andere Sichtweise der „Kraftübertragung“: Feldbegriff vs. Austauschteilchen Die Bedeutung der Gleichung $E=mc^2$ (den SuS bekannt aus Relativitätstheorie) in Verbindung mit der Heisenberg’schen Unschärferelation in der Form $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$ (den SuS bekannt aus Elementen der Quantenphysik) für die Möglichkeit des kurzzeitigen Entstehens von Austauschteilchen ist herauszustellen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...) (3 Ustd.)	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),	Literatur und Recherche im Internet „CERN-Rap“: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGI8">http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGI8</a>	Hier muss fortlaufend berücksichtigt werden, welches der aktuelle Stand der Forschung in der Elementarteilchenphysik ist (derzeit: Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...) Der CERN-Rap gibt eine für Schülerinnen und Schüler motivierend dargestellte Übersicht über die aktuelle Forschung im Bereich der Elementarteilchenphysik
<b>11 Ustd.</b>	<b>Summe</b>		

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

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

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

## 2.8 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Gegenstand der naturwissenschaftlichen Fächer ist die empirisch erfassbare, in formalen Strukturen beschreibbare und durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaften und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maßgeblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Technologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung bietet die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen.

Die Physik verfolgt das Ziel, grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Natur zu erkennen und zu erklären. Dazu ist es notwendig, Wirkungszusammenhänge in natürlichen und technischen Phänomenen präzise zu modellieren, um auf dieser Basis Vorhersagen zu treffen. Empirische Überprüfungen der Modelle und ihrer Vorhersagen durch Experimente und Messungen sind charakteristische Bestandteile einer spezifisch physikalischen Erkenntnismethode und einer besonderen Weltsicht.

Das Fach Physik leistet gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einen Beitrag zum Bildungsziel einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung. Gemäß den für alle Bundesländer verbindlichen Bildungsstandards beinhaltet naturwissenschaftliche Grundbildung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Typische theorie- und hypothesengeleitete Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen eine analytische und rationale Betrachtung der Welt. Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.

Eine vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung sichert darüber hinaus Qualifikationen, die auf die Anforderungen der gymnasialen Oberstufe und die dort zunehmend erforderlichen wissenschaftsorientierten Arbeitshaltungen vorbereiten. Dazu werden insbesondere Fähigkeiten der Lernenden zur reflektierten und eigenständigen Nutzung wesentlicher physikalischer Denk- und Arbeitsweisen auf der Basis eines gut strukturierten und sicher verfügbaren Fachwissens systematisch angelegt und weiterentwickelt.

Im Physikunterricht der Sekundarstufe I finden die Schülerinnen und Schüler vielfältige Anlässe, natürliche und technische Phänomene unter eigenen Fragestellungen – insbesondere auch experimentell – zu erkunden und sich auf der Basis physikalischer Modelle Erklärungen zu erarbeiten. Sie erwerben ein vertieftes und reflektiertes Wissen und Können bezüglich physikalischer Konzepte,

Denk- und Arbeitsweisen und erkennen, wie Ergebnisse der Physik ihre Lebenswelt formen und verändern. Sie strukturieren und systematisieren ihr physikalisches Wissen, um Erkenntnisse aufzunehmend komplexe und anspruchsvolle Fragestellungen übertragen zu können, insbesondere auch zur Bewältigung technischer Probleme.

In Anlehnung an die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss werden im Fach Physik Inhalte durch die Basiskonzepte Energie, Struktur der Materie, Wechselwirkung und System strukturiert und weiter ausdifferenziert. Basiskonzepte beinhalten zentrale, aufeinander bezogene Begriffe, Modellvorstellungen und Prozesse. Sie eignen sich besonders gut zur Vernetzung des Wissens in unterschiedlichen Inhaltsfeldern der Physik. Sie ermöglichen außerdem, situationsübergreifend Fragestellungen aus bestimmten Perspektiven zu entwickeln. Somit bilden sie übergeordnete Strukturen im Entstehungsprozess eines verknüpften Wissensnetzes.

Das Lernen in Kontexten, die durch die Lehrkräfte vor Ort festgelegt werden, ist verbindlich. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sowie gesellschaftliche und technische Fragestellungen den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Dafür geeignete Kontexte beschreiben reale Situationen mit authentischen Problemen, deren Relevanz gleichermaßen für Schülerinnen und Schüler erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Experimente besitzen für physikalische Erkenntnisprozesse und damit auch für den Physikunterricht eine entscheidende Bedeutung. Der Erwerb experimenteller Kompetenzen setzt voraus, dass Schülerinnen und Schüler zunehmend eigenständig und planvoll in Schülerversuchen experimentieren und dabei ihre Kenntnisse über den Gebrauch physikalischer Geräte und über experimentelle Vorgehensweisen schrittweise erweitern.

Unterricht in Physik muss Mädchen ebenso wie Jungen dazu ermutigen, ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen selbstbewusst zu verfolgen und so ihre Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale zu nutzen. Er sollte außerdem aufzeigen, dass naturwissenschaftliche Kenntnisse sowohl für Frauen als auch Männer attraktive berufliche Perspektiven eröffnen.

Gemäß dem Bildungsauftrag des Gymnasiums leistet das Fach Physik einen Beitrag dazu, den Schülerinnen und Schülern eine vertiefte Allgemeinbildung zu vermitteln und sie entsprechend ihren Leistungen und Neigungen zu befähigen, nach Maßgabe der Abschlüsse in der Sekundarstufe II ihren Bildungsweg an einer Hochschule oder in berufsqualifizierenden Bildungsgängen fortzusetzen.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt der Unterricht im Fach Physik die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben in Schule und Unterricht, hierzu zählen u.a.

- Menschenrechtsbildung,
- Werteerziehung,
- politische Bildung und Demokratieerziehung,
- Bildung für die digitale Welt und Medienbildung,

- Bildung für nachhaltige Entwicklung,
- geschlechtersensible Bildung,
- kulturelle und interkulturelle Bildung.

Sprache ist ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und besitzt deshalb für den Erwerb einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung eine besondere Bedeutung. Kognitive Prozesse des Umgangs mit Fachwissen, der Erkenntnisgewinnung, der Kommunikation und der Bewertung sind ebenso sprachlich vermittelt wie der kommunikative Austausch darüber und die Präsentation von Lernergebnissen. In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und Ideen erweitert sich der vorhandene Wortschatz, und es entwickelt sich ein zunehmend differenzierter und bewusster Einsatz von Sprache. Dadurch entstehen Möglichkeiten, Konzepte sowie eigene Wahrnehmungen, Gedanken und Interessen angemessen darzustellen.

Die interdisziplinäre Verknüpfung von Schritten einer kumulativen Kompetenzentwicklung, inhaltliche Kooperationen mit anderen Fächern und Lernbereichen sowie außerschulisches Lernen und Kooperationen mit außerschulischen Partnern können sowohl zum Erreichen und zur Vertiefung der jeweils fachlichen Ziele als auch zur Erfüllung übergreifender Aufgaben beitragen.

## 2.9 Die Leistungsbewertung in der Sek I

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz (§ 48 SchulG) sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die Sekundarstufe I (§ 6 APO-SI) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern im Fach Physik erbrachte Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ zu berücksichtigen. Die Leistungsbewertung insgesamt bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler hinreichend Gelegenheit hatten, die in Kapitel 2 ausgewiesenen Kompetenzen zu erwerben. Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Dies erfordert, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der Lernerfolgsüberprüfungen Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lernprozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Dies kann auch in Phasen des Unterrichts erfolgen, in denen keine Leistungsbeurteilung durchgeführt wird. Die Beurteilung von Leistungen soll ebenfalls grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein. Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz (§ 70 Abs. 4 SchulG) beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell Erfolg versprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien. Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 2 des Kernlehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden. Durch die zunehmende Komplexität der Lernerfolgsüberprüfungen im Verlauf der Sekundarstufe I werden die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der nachfolgenden schulischen und beruflichen Ausbildung vorbereitet.

### 2.9.1 Schriftliche Übungen

### 2.9.2 Sonstige Leistungen

Der Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und praktische Beiträge erkennbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Bei der Bewertung berücksichtigt werden die Qualität, die Quantität und die Kontinuität der Beiträge. Die Kompetenzentwicklung im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ wird sowohl durch kontinuierliche Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Bei der Bewertung von Leistungen, die die Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Partner- oder Gruppenarbeiten erbringen, kann der individuelle Beitrag zum Ergebnis der Partner- bzw. Gruppenarbeit einbezogen werden. Zum Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ – ggf. auch auf der Grundlage der außerschulischen Vor- und Nachbereitung von Unterricht – zählen u.a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, mündliche, praktische und schriftliche Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

### 2.9.3 Übersicht über die Kriterien zur Bewertung der mündlichen Leistungen

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der Sekundarstufe I soll ein möglichst breites Spektrum der im Folgenden aufgeführten Überprüfungsformen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden.

#### Darstellungsaufgaben

- Beschreibung und Erläuterung eines naturwissenschaftlichen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts
- Darstellung eines naturwissenschaftlichen Zusammenhangs Experimentelle Aufgaben
- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten – Finden und Formulieren von Gesetzmäßigkeiten
- Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen Interpretation, fachspezifische Bewertung und Präsentation experimenteller Ergebnisse

#### Aufgaben zu Messreihen und Daten

- Dokumentation und Strukturierung von Daten
- Auswertung und Bewertung von Daten
- Prüfung von Daten auf Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten

#### Aufgaben zu Modellen

- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einem Modell
- Anwendung eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt



- Übertragung eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Grenzen eines Modells

#### Rechercheaufgaben

- Erarbeitung von Phänomenen und Sachverhalten aus Texten, Darstellungen und Stellungnahmen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

#### Dokumentationsaufgaben

- Protokollieren von Untersuchungen und Experimenten
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio

#### Präsentationsaufgaben

- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Kurzvortrag, Referat
- Aufbereitung eines Fachtextes
- Medienbeitrag (z.B. Film)

#### Bewertungsaufgaben

- Analyse und Deutung von Phänomenen und Sachverhalten
- Stellungnahme zu Texten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemma- Situationen

### **2.9.4 Bildung der Zeugnisnote**

Die Zeugnisnote setzt sich aus den Teilnoten der Bereiche „Schriftliche Übungen“ und „Sonstige Leistungen“ zusammen.

**2.9.5 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung beim Distanzunterricht**

Alternative Formen der Leistungsüberprüfung im Distanzunterricht können zum Beispiel die der folgenden Tabelle zu entnehmende Möglichkeiten sein:

	analog	digital
mündlich	Präsentation von Arbeitsergebnissen ► über Telefonate	Präsentation von Arbeitsergebnissen ► über Audiofiles/ Podcasts ► Erklärvideos ► über Videosequenzen ► im Rahmen von Videokonferenzen
schriftlich	► Projektarbeiten ► Lerntagebücher ► Portfolios ► Bilder ► Plakate ► Arbeitsblätter und Hefte	► Projektarbeiten ► Lerntagebücher ► Portfolios ► <b>kollaborative</b> Schreibaufträge ► Erstellen von digitalen Schaubildern ► <b>Blog</b> beiträge ► Bilder ► (multimediale) E-Books

Aus: <https://broschüren.nrw/distanzunterricht/home/#!/leistungsueberpruefung-und-leistungsbewertung>

## **2.10 Die Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sek II**

### **2.11 Lehr- und Lernmittel**

#### **2.11.1 Übersicht über die an der Schule eingeführten Lehrwerke und Unterrichtsmaterialien**

**Klasse 6 – 10: Neue Ausgaben der einzelnen Verlage werden noch gesichtet!**

### 3 Qualitätssicherung und Evaluation

#### 3.1 Qualitätssicherung

Die Fachkonferenz ist der Qualitätsentwicklung und -sicherung des Faches XXXXX verpflichtet. Folgende Vereinbarungen werden als Grundlage einer teamorientierten Zusammenarbeit vereinbart: Sie verpflichtet sich zur regelmäßigen Teilnahme an Implementationsveranstaltungen, sowie an Fortbildungen im Rahmen der Unterrichtsentwicklung und Förderung des schulischen Fremdsprachenunterrichts.

#### 3.2 Evaluation des schulinternen Curriculums

**Zielsetzung:** Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend sind die Inhalte stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lehr/Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

**Prozess:** Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

**Stand 04.02.2022**