



# Schulinternes Curriculum im Fach Physik

auf der Grundlage der Kernlehrpläne für die  
Sekundarstufe I - **Gymnasium in NRW**

(Stand: 2008)

und

auf der Grundlage der Kernlehrpläne für die  
Sekundarstufe II - **Gymnasium in NRW**

(Stand: 1.8.2014)

# Inhalt

1	Die Fachgruppe Physik des Mariengymnasiums Essen- Werden	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2	Entscheidungen zum Unterricht	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1	Unterrichtsvorhaben	5
2.1.1	<i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2.1.2	<i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2.1.2.1	<i>Einführungsphase</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2.1.2.2	<i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2.1.2.3	<i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	35
2.4	Lehr- und Lernmittel	39
3	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	40
4	Qualitätssicherung und Evaluation	42

## 1 Die Fachgruppe Physik des Mariengymnasiums Essen-Werden

Das Mariengymnasium befindet sich in Essen, einer Großstadt des westlichen Ruhrgebiets. Zurzeit 75 Lehrerinnen und Lehrer unterrichten etwa 950 Schülerinnen und Schüler, die aus dem Stadtteil des Schulstandorts und den angrenzenden Stadtteilen stammen. Dieser Stadtteil ist von seiner Geschichte auch durch die Tradition der Ludgerus-Kirchengemeinde und die Zusammenarbeit mit der evangelischen Kirche geprägt. Insgesamt ist die Schülerschaft in seiner Zusammensetzung eher homogen. Einige Schülerinnen und Schüler werden inklusiv zielgleich unterrichtet. Außerdem haben einige Schülerinnen und Schüler eine Fluchterfahrung.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt werden. Dieses drückt sich in AG-Angeboten (Astronomie) ebenso aus wie in der regelmäßigen Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie *Freestyle-Physics*, *Physik im Advent* oder den physikalisch geprägten Mint-Tagen in Klasse 6 aus. In enger Kooperation mit der Universität ermöglichen wir besonders begabten Lernenden die Teilnahme an Seminaren. Hier können sie sogar schon Leistungsnachweise erwerben, die ihnen in einem späteren Studium anerkannt werden.

Der Unterricht wird – soweit möglich – auf der Stufenebene parallelisiert. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Experimente sind ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts in der Sekundarstufe 1 und 2. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler insbesondere in den Klassen 5 und 6 immer wieder zu Heimexperimenten mit Alltagsgegenständen angehalten.

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist gut. Es gibt einen Experimentierraum, der vom Raumkonzept des Architekten als solcher vorgesehen ist. Derzeit wird der zweite Physikraum, eigentlich ein Hörsaal für Schülerübungen ausgestattet. Diese Ausstattung ist zur Hälfte abgeschlossen. Ein dritter Raum, der eigentlich ein normaler Klassenraum ist, wird oft für den Physikunterricht genutzt. Dieser kann mit Schülerübungsmaterialien aus dem Hörsaal mitversorgt werden. Bei der Raumplanung wird darauf geachtet, dass Jahrgangsstufen für die noch keine

Schülerübungsmaterialien doppelt vorhanden sind im eigentlichen Experimentierraum unterrichtet werden. Die Sammlung ist gut gepflegt und wird regelmäßig erweitert. Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit den ab Klasse 9 eingeführten CAS-Rechnern. An der Schule existieren zwei Computerräume sowie ein Tablet-Wagen, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 120 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit drei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit zwei Grundkurs und einem Leistungskurs vertreten. Die Lehrbesetzung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert. Ab dem Schuljahr 2018/19 soll darüber hinaus ein Projektkurs „Antriebstechnologie“ stattfinden.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

Die Jahrgangsstufen 5 und 6 knüpfen an die Arbeit der Grundschulen an, bemühen sich um eine Angleichung der Voraussetzungen und stellen somit eine einheitliche Ausgangsbasis her. Die Jahrgangsstufen 7 bis 9 bereiten auf die Anforderungen der gymnasialen Oberstufe vor. Gesundheits- und Verkehrserziehung, Medienbildung sowie die Förderung der deutschen Sprache werden ebenfalls einbezogen.

Der Physikunterricht der Oberstufe soll die Schülerinnen und Schüler optimal auf ihr Abitur vorbereiten und eine Orientierung im Bereich der Studien und Berufswahl bieten. Dazu müssen die Schülerinnen und Schüler auch im Hinblick auf eine mögliche LK-Wahl beraten werden. Die naturwissenschaftliche Vorgehensweise bei Problemen soll allen Schülerinnen und Schülern vermittelt werden und ihnen dabei im späteren Leben helfen Probleme zu lösen und Situationen zu bewerten.

#### 2.2.1 Sekundarstufe I

Am Ende der Sekundarstufe I sollen die Schülerin und Schüler über folgende allgemeine Kompetenzen verfügen.

Schülerinnen und Schüler ...

- beobachten und beschreiben physikalische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.
- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
- analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche.
- führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen
- durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten.
- dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.

- recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.
- wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.
- stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.
- interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.
- stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.
- beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.
- tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.
- kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.
- planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
- beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
- dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien.
- veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Graphiken und Tabellen auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge.

- beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. Alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
- beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.
- beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.
- unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.
- stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.
- nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag
- beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung. benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.
- binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.
- nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.
- beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt

### 2.2.1.1 Klasse 5

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept auf der Grundlage ausgewählter Phänomene aus Natur und Technik so weit entwickelt, dass sie ...

- an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.
- einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept an einfachen Beispielen so weit entwickelt, dass sie ...

- beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können
- an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden.
- geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.

#### Inhalt: Elektrizität

Sicherer Umgang mit Elektrizität, Stromkreise, Leiter und Isolatoren, UND-, ODER- und Wechselschaltung, Dauermagnete und Elektromagnete, Magnetfelder, Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern, Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten

Kontext: Elektrizität im Alltag

1. Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen
2. Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)
3. Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung
4. Messgeräte erweitern die Wahrnehmung

#### Organisatorische Bemerkungen

Die Schülerin und Schüler der 5. Klasse sollten möglichst immer im gleichen Physikraum unterrichtet werden, damit sie immer mit den gleichen Materialien experimentieren. Die Schülerexperimente erfolgen mit den Einzelkomponenten und noch nicht mit den Schaltkästen.

Im November wird vor dem Tag der offenen Tür der Wettbewerb Physik im Advent vorgestellt und im Unterricht des Dezembers immer wieder aufgegriffen.

### 2.2.1.2 Klasse 6

#### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept auf der Grundlage einfacher Beispiele so weit entwickelt, dass sie ...



- an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von
- Energie aufzeigen.
- in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.
- an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird,
- in der Regel nicht weiter genutzt werden kann.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept an Hand von Phänomenen hinsichtlich einer einfachen Teilchenvorstellung soweit entwickelt, dass sie ...

- an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern.
- Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept auf der Grundlage ausgewählter Phänomene aus Natur und Technik so weit entwickelt, dass sie ...

- den Sonnenstand als für die Temperaturen auf der Erdoberfläche als eine Bestimmungsgröße erkennen.
- Grundgrößen der Akustik nennen.
- Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltagsläuten.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept an einfachen Beispielen so weit entwickelt, dass sie ...

- Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.
- Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren.
- geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen.

### *Inhalt 1. Halbjahr: Temperatur und Energie*

Thermometer, Temperaturmessung, Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung, Aggregatzustände (Teilchenmodell)

Energieübergang zwischen Körpern verschiedener Temperatur, Sonnenstand

Kontext: Sonne – Temperatur – Jahreszeiten

1. Was sich mit der Temperatur alles ändert
2. Leben bei verschiedenen Temperaturen

### 3. Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle

#### *Inhalt 2. Halbjahr: Das Licht und der Schall*

Licht und Sehen, Lichtquellen und Lichtempfänger, geradlinige Ausbreitung des Lichts, Schatten, Mondphasen Schallquellen und Schallempfänger, Reflexion, Spiegel Schallausbreitung, Tonhöhe und Lautstärke

Kontext: Sehen und Hören

1. Sicher im Straßenverkehr – Augen und Ohren auf!
2. Sonnen- und Mondfinsternis
3. Physik und Musik

#### *Organisatorische Bemerkungen*

Im Januar finden die Mint-Tage der Klasse 6 statt. Diese sind physikalisch geprägt, werden aber von einer Gruppe Naturwissenschaftslehrern aus allen Fachbereichen betreut.

#### *2.2.1.3 Klasse 7*

##### *Kompetenzen*

Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch

formal entwickelt, dass sie ...

- beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann.
- die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept durch die Erweiterung der Teilchenvorstellung soweit formal entwickelt, dass sie ...

- die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären.
- verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept soweit erweitert, dass sie ...

- die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.
- die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.
- technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.
- die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie ...

- Absorption, und Brechung von Licht beschreiben.
- Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.
- die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.

#### *Inhalt 1. Halbjahr: Elektrizität*

Einführung von Stromstärke und Ladung, Eigenschaften von Ladung, elektrische Quelle und elektrischer Verbraucher Unterscheidung und Messung von Spannungen und Stromstärken, Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltungen elektrischer Widerstand, Ohm'sches Gesetz

**Kontext: Elektrizität – messen, verstehen, anwenden**

1. Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus
2. Autoelektrik
3. Hybridantrieb

#### *Inhalt 2. Halbjahr: Optische Instrumente, Farbzerlegung des Lichts*

Aufbau und Bildentstehung beim Auge – Funktion der Augenlinse Lupe als Sehhilfe, Fernrohr Brechung, Reflexion, Totalreflexion und Lichtleiter Zusammensetzung des weißen Lichts

**Kontext: Optik hilft dem Auge auf die Sprünge**

1. Mit optischen Instrumenten „Unsichtbares“ sichtbar gemacht
2. Lichtleiter in Medizin und Technik
3. Die Welt der Farben
4. Die ganz großen Sehhilfen: Teleskope und Spektrometer

#### *Organisatorische Bemerkungen*

Die 7. Klassen werden in der Regel im Übungsraum unterrichtet, für beide Themen die Benutzung der zentralen Stromversorgung an den Tischen sinnvoll ist. Im Bereich der Elektrizitätslehre wird mit den Schaltkästen gearbeitet um auch in späteren Jahrgangsstufen schnell Experimente nach Schaltplan aufbauen zu können (z.B. Umkehrung des Lichtelektrischen Effekts in der Oberstufe)

#### *2.2.1.4 Klasse 8*

Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ...

- die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.
- an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.
- an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen
- Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen.
- den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen
- Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie ...

- Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.
- Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.
- die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.
- Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.
- Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.
- die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben.

*Inhalt: Kraft, Druck, mechanische und innere Energie*

Geschwindigkeit, Kraft als vektorielle Größe, Zusammenwirken von Kräften, Gewichtskraft und Masse, Hebel und Flaschenzug, mechanische Arbeit und Energie, Energieerhaltung Druck, Auftrieb in Flüssigkeiten

*Kontext: Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit*

1. Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege
2. 100 m in 10 Sekunden (Physik und Sport)
3. Anwendungen der Hydraulik
4. Tauchen in Natur und Technik

## Organisatorische Bemerkungen

Die Schülerin und Schüler der 8. Klasse sollten möglichst immer im gleichen Physikraum unterrichtet werden, damit sie immer mit den gleichen Materialien experimentieren. Am Ende des 2. Halbjahrs wird ein Bauprojekt durchgeführt und die Schülerin und Schüler werden zur Teilnahme am Wettbewerb Freestyle-Physics ermuntert. Mögliche Themen für das Bauprojekt können z.B. ein Mausefallen-Auto, ein mechanisches U-Boot, Crash-Test-Autos sein.

### 2.2.1.5 Klasse 9

Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Energiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...

- in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.
- die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.
- Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.
- verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.

Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Materiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...

- Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben.
- die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben.
- Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen.
- Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben.
- Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren.
- Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie ...

- den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären
- (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung).
- Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben.
- den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.
- umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.
- technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern.
- die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären.

Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...

- experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben.
- die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären.
- den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.
- den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären.

### *Inhalt 1. Halbjahr: Radioaktivität und Kernenergie*

Aufbau der Atome, ionisierende Strahlung (Arten, Reichweiten, Zerfallsreihen, Halbwertszeit) Strahlennutzen, Strahlenschäden und Strahlenschutz Kernspaltung Nutzen und Risiken der Kernenergie

### *Kontext: Radioaktivität und Kernenergie – Grundlagen, Anwendungen und Verantwortung*

1. Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren
2. Strahlendiagnostik und Strahlentherapie
3. Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren

### *Inhalt 2. Halbjahr: Energie, Leistung, Wirkungsgrad*

Energie und Leistung in Mechanik, Elektrik und Wärmelehre Aufbau und Funktionsweise eines Kraftwerkes regenerative Energieanlagen Energieumwandlungsprozesse, Elektromotor und Generator, Wirkungsgrad Erhaltung und Umwandlung von Energie

**Kontext: Effiziente Energienutzung: eine wichtige Zukunftsaufgabe der Physik**

1. Strom für zu Hause
2. Das Blockheizkraftwerk
3. Energiesparhaus
4. Verkehrssysteme und Energieeinsatz

### **Organisatorische Bemerkungen**

Alle Schülerinnen und Schüler sollten in diesem Jahr ein ausführliches Referat mit Bildschirmpräsentation und Handout halten, was auch im Unterricht erarbeitet werden kann. Es bietet sich die Fächerübergreifende Arbeit mit einem gesellschaftswissenschaftlichem Fach an, um die Ethischen Aspekte von Energiegewinnung und Nutzung in der gesellschaftlichen Dimension zu behandeln. In jedem Fall sind Themen der aktuellen politischen Debatte (Braunkohleausstieg, Fernleitungen, Verbrennungsmotoren etc.) zu beachten

### **2.2.2 Sekundarstufe II**

Insgesamt ist der Unterricht in der Sekundarstufe II nicht allein auf das Erreichen der aufgeführten Kompetenzerwartungen beschränkt, sondern soll es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, diese weiter auszubauen und darüberhinausgehende Kompetenzen zu erwerben.

#### **2.2.2.1 Einführungsphase**

##### ***Inhalt Mechanik***

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls, Gravitation, Schwingungen und Wellen  
Basiskonzept Wechselwirkung: Lineare Bewegungen, Newton'sche Gesetze, Reibungskräfte Impuls, Stoßvorgänge Zentralkraft, Kreisbewegungen  
Gravitationsfeld, Newton'sches Gravitationsgesetz, Wellenausbreitung  
Basiskonzept Energie: Lageenergie, Bewegungsenergie, Arbeit, Energiebilanzen, Energie und Arbeit im Gravitationsfeld Eigenschwingungen und Resonanz  
Basiskonzept Struktur und Materie: Masse, Träger für Wellen

Mögliche Kontexte: Die Schülerinnen und Schüler sind bei der Wahl des Kontextes miteinzubeziehen. Straßenverkehr, Physik und Sport, Flug in den Weltraum, Astronomische Beobachtungen

## Kompetenzen

Es erfolgt jeweils der Verweis auf die Kompetenzen gemäß des KLP in Klammern

Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),
- unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2),
- beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),
- beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),
- stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),
- beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),
- erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).

Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),
- vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1),
- berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),
- 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),
- verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, 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),
- erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5),
- analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),
- bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),
- erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),
- 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).

#### Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler

- 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),
- begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),
- bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),
- entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4).

#### Bewertung: Die Schülerinnen und Schüler

- 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),
- erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).

## 2.2.2.2 Qualifikationsphase Grundkurs

### *Inhalt: Q1.1 Quantenobjekte*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften, Bewegung von Ladungsträgern in homogenen E- und B-Feldern, Lorentzkraft, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz Huygens'sches Prinzip, Kreiswellen, ebene Wellen, Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz, Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge Licht und Materie, Energie bewegter Elektronen Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit, Elementarladung, Elektronenmasse

**Mögliche Kontexte:** Erforschung des Elektrons, Erforschung des Photons

### *Kompetenzen:*

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),
- bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),
- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),
- erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),
- modellieren Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),
- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5),
- demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von

Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),

- untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3),
- verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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).

### *Inhalt Q1.2 Elektrodynamik*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung, Elektromagnetische Induktion, Induktionsspannung Transformator, Lenz'sche Regel, Erzeugung von sinusförmigen, Wechselspannungen, Energieerhaltung, Ohm'sche "Verluste"

**Mögliche Kontexte:** Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren, Wirbelströme im Alltag

### *Kompetenzen:*

Die Schülerinnen und Schüler

- zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),
- 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),

- erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),
- führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),
- ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4),
- erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),
- geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4),
- werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),
- 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).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),
- bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),
- beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).

## *Inhalt Q2.1 Strahlung und Materie*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Spektrum der elektromagnetischen Strahlung, Energiequantelung in der Atomhülle, Ionisierende Strahlung, Kernumwandlung Standardmodell der Elementarteilchen, Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen, Detektoren, Biologische Wirkung ionisierender Strahlung, (Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung, Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept, Linienspektren, Energieniveaus der Atomhülle, Quantelung der Energie, Dosimetrie, Energieaufnahme im menschlichen Gewebe, Kern-Hülle-Modell, Strahlungsarten Elementumwandlung, Röntgenstrahlung, Kernbausteine und Elementarteilchen

**Mögliche Kontexte:** Erforschung des Mikro- und Makrokosmos Mensch und Strahlung, Forschung mit Teilchenbeschleunigern

### *Kompetenzen:*

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2),
- erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),
- unterscheiden  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),
- erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),
- beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),
- 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).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),
- erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5),
- erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse, die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches sowie die

charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),

- stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),
- begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),
- vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),
- bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),
- recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),
- bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),
- 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).

### *Inhalt Q2.2: Relativität von Raum und Zeit*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz, "Schnelle" Ladungsträger in E- und B-Feldern, Ruhemasse und dynamische Masse

Mögliche Kontexte: Navigationssysteme, Teilchenbeschleuniger

### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),
- erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),
- begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),
- erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7),
- erläutern qualitativ den Myonenzerfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3),
- erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),
- beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7),
- bewerten die Bedeutung der Beziehung  $E = mc^2$  für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3).

### 2.2.2.3 Qualifikationsphase Leistungskurs

Inhalt Q1.1: Relativitätstheorie

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion, Relativistische

Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung, Inertialsysteme, Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit Ruhemasse und dynamische Masse, Annihilation, Prinzip der Äquivalenz von Gravitation und gleichmäßig beschleunigten Bezugssystemen

**Mögliche Kontexte:** Gedankenexperimente in der Relativitätstheorie ("Mit einem fast lichtschnellen Fahrrad durch die Stadt"), Höhenstrahlung, Satellitennavigation

### Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6),
- erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),
- erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),
- erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2),
- erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1),
- berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2),
- beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4),
- beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4),
- begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),
- begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),
- bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen freiwerdenden Energiebetrag (E7, B1),
- reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7).



Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),
- beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),
- 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).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen die Bedeutung der Beziehung  $E=mc^2$  für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),
- bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).

### *Inhalt Q1.2: Elektrik*

In der Regel sollte zum 2. Quartal der Q1.1. mit diesem Thema begonnen werden.

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder, Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern, Elektromagnetische Induktion, Elektromagnetische Schwingungen und Wellen, Ladungstrennung, elektrische und magnetische Felder, Feldlinien, Bewegung von Ladungsträgern in Feldern, "Schnelle" Ladungsträger in E- und B-Feldern, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Elektromagnetische Schwingung im RLC-Kreis, Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Licht und Mikrowellen – Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz, Huygens'sches Prinzip, Potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung, Kondensator, Energie des elektrischen und des magnetischen Feldes, Energie bewegter Ladungsträger, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis, Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen Ladungsträger, Elementarladung, Elektronenmasse

**Mögliche Kontexte:** Untersuchung von Elektronen Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie, Drahtlose Nachrichtenübermittlung, Elektromagnetische Phänomene in elektrotechnischen Geräten  
Basiskonzept Struktur der Materie

## Kompetenzen

### Die Schülerinnen und Schüler

- erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),
- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1),
- erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),
- 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),
- bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),
- ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator, Spule) (UF2),
- 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),
- bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6),
- erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),
- beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),
- beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),
- erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),
- beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),
- beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),
- 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),
- wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),
- 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),
- erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),
- schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der  $e/m$ -Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),
- 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),
- identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße  $B$  in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),
- planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),
- begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),
- erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),
- 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),
- ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),
- erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),
- erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),
- erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4),
- treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),

### *Inhalt Q2.1 Quantenphysik*

Oft wird hier noch die Wellenoptik abgeschlossen

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Lichtelektrischer Effekt, Lichtquantenhypothese, Röntgenstrahlung, Streuung und Beugung von Elektronen, Lichtquanten, Planck'sches Wirkungsquantum, Energiewerte im linearen Potentialtopf, Teilcheneigenschaften von Photonen, Wellencharakter von Elektronen, De Broglie-Hypothese, Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit, linearer Potentialtopf, Heisenberg'sche Unschärferelation

**Mögliche Kontexte** Quantenphysik und klassische Physik, Von klassischen Vorstellungen zur Quantenphysik, Die Quantenphysik verändert das Weltbild, Die Welt kleinster Dimensionen: Mikroobjekte und Quantentheorie

## Kompetenzen

### Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),
- beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),
- stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),
- erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),
- erklären die de-Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),
- deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4),
- erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),
- erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),
- ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).

### Erkenntnisgewinnung:

### Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),
- ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),
- deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),
- erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (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),
- interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),
- erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler

- führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),
- beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur  $h$ -Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),
- diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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),
- bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).

### *Inhalt Q2.2 Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik*

*Inhaltliche Schwerpunkte:* Atomaufbau, Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall, Kernspaltung und Kernfusion, Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen. Kernkräfte, Kettenreaktion, Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen, Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept, Linienspektren, Energiequantelung der Hüllelektronen, Dosimetrie, Bindungsenergie, Äquivalenz von Masse und Energie, Kern-Hülle-Modell, Bohr'sche Postulate, Strahlungsarten, Zerfallsprozesse, Massendefekt, Kernbausteine und Elementarteilchen

*Mögliche Kontexte:* Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht, Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie), (Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen, Energiegewinnung durch nukleare Prozesse, Forschung an Teilchenbeschleunigern

### *Kompetenzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),
- benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),

- identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),
- erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3),
- bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),
- erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),
- erklären die Entstehung des Bremspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),
- stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),
- beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4),
- systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),
- erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),
- stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7),
- benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),
- leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),
- entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),
- erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6),
- vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6).

Kommunikation:

#### Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),
- erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),
- recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),

#### Bewertung:

#### Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),
- formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),
- bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1),
- beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),
- beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),
- hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).



## 2.2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht

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

### *Überfachliche Grundsätze:*

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

### *Fachliche Grundsätze:*

- 15.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 16.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 19.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.

- 20.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusstgemacht wird.
- 21.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 22.) Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- 23.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 24.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 25.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 26.) Im Physikunterricht wird ab Klasse 9 ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen.

### 2.3.1 Sekundarstufe I

Zur Leistungsbewertung wird die Mitarbeit in alle Phasen des Unterrichts herangezogen. Dazu zählen insbesondere:

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

Präsentationen werden grundsätzlich computerunterstützt gehalten. Die Schülerinnen und Schüler sollen zusätzlich ein altersgerechtes Handout für die Lerngruppe erarbeiten.

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Die Ergebnisse schriftlichen Überprüfungen haben keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung.

### 2.3.2 Sekundarstufe II

#### Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

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

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

### Beurteilungsbereich Klausuren

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

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

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

Einführungsphase:

Eine Klausur im ersten Halbjahr (2Ustd), im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 2Ustd) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

Zwei Klausuren pro Halbjahr. Im ersten Halbjahr dauern die Klausuren in der Regel im Grundkurs 2 Ustd und im Leistungskurs über 3 Ustd. Im zweiten Halbjahr dauern die Klausuren 3 Ustd im Grundkurs bzw 4 Ustd im Leistungskurs. Die zweite Klausur im 1. Halbjahr kann durch die Facharbeit ersetzt werden.

#### Qualifikationsphase 2:

Im ersten Halbjahr dauern die Klausuren 3 Ustd im Grundkurs bzw 4 Ustd im Leistungskurs. Im zweiten Halbjahr wird eine Klausur, unter Abiturbedingungen geschrieben, was den formalen Rahmen angeht.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und den Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen verwendet das Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Dadurch wird den Schülerinnen und Schülern die Vergleichbarkeit ihrer Leistungen erleichtert. Gleichzeitig kann im Anfangsunterricht der Oberstufe eine feinere Abstufung der Lösungsbewertung erfolgen. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

#### Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

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

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen in einzelnen Gesprächen während der Unterrichtszeit. Der Kurs bearbeitet in dieser Zeit eine geeignete Aufgabe selbstständig. Hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

### *Mündliche Abiturprüfungen*

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht sind folgende Lehrwerke eingeführt:

- Klasse 5 und 6 Impulse Physik 1 Klett
- Klasse 7 bis 9 Impulse Physik 2 Klett
- EF Metzler Physik Einführungsphase Schroedel
- Q1 und Q2 Grundkurs Metzler Physik Qualifikationsphase
- Q1 und Q2 Leistungskurs Metzler Physik Gesamtband

Unterstützende Materialien sind auch im *Lehrplannavigator* des NRW-Bildungsportals bei Leifi-Physik angegeben. Der YouTube Kanal Simple Physics bietet gute kurze Erklärfilme die sich auch für die Selbstständige Arbeit eignen.

In der Jahrgangsstufe 9 wird ein CAS System im Mathematikunterricht eingeführt und auch im Physikunterricht verwendet. Einsatzmöglichkeiten des CAS sind neben Rechnungen auch das Darstellen und Auswerten von Messwerten.

### 3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

#### *Zusammenarbeit mit anderen Fächern*

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

#### *Mint-Tage in der 6. Klasse*

An den Tagen der Zeugniskonferenz im ersten Halbjahr finden in der 6. Klasse die sogenannten Mint-Tage statt. Dort arbeiten die Schülerinnen und Schüler an einem kurzen Projekt mit Wettbewerbscharakter, die physikalisch geprägt sind, aber auch auf Kenntnisse andere Naturwissenschaften aufbauen. Beispiele der letzten Jahre sind z.B. der Bau eines möglichst leichten Boots aus Alufolie, die Konstruktion eines Krans aus Schaschlikspießen o.ä.

#### *Exkursionen*

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

- Klasse 5 oder 6: Besuch des Phänomania Erfahrungsfeld Essen
- Klasse 7 oder 8:
- Klasse 9 Besuch im Schülerlabor: Experimente zur Kernphysik
- EF: Besuch der Freestyle-Physics-Tage oder eines Planetariums
- Q1: Nach Interessenslage im Kurs: Besuch einer wissenschaftlichen Veranstaltung wie z.B. Vortragsabend an der Sternwarte, Ausstellung Podiumsdiskussion o.ä.
- Q2: Besuch im Schülerlabor: Elementarteilchen

#### *Physikunterricht an einer katholischen Schule*

In der 6. Klasse wird bei der Behandlung der Finsternisse thematisiert, dass das Osterfest so gewählt ist, dass zu Ostern nie eine totale Sonnenfinsternis stattfinden kann.



In der 9. Klasse wird der Bereich der Energiegewinnung nicht nur unter gesellschaftlichen und ethischen Aspekten, sondern auch unter dem Gedanken der Bewahrung der Schöpfung behandelt.

Bei der Thematisierung der Entwicklung der Weltbilder in der EF wird auch der religiöse historische Aspekt berücksichtigt.

In der Oberstufe kann an geeigneter Stelle mit Hilfe aktueller wissenschaftlicher Text thematisiert werden, dass Religion und Naturwissenschaft sich nicht gegenseitig ausschließen, sondern sich auch gegenseitig unterstützen können.

#### *Beitrag des Fachs Physik zur Berufsorientierung*

In vielen Bereichen des Unterrichts werden naturwissenschaftliche Berufe vorgestellt. Dies geschieht z.B. in Form von Referaten, wenn die Leistungen und der Werdegang einzelner bedeutender Persönlichkeiten vorgestellt werden. Auch wenn Anwendungen besprochen werden, kann ein Berufseinblick erfolgen. Beispielsweise wird in der 9. Klasse der Bereich Physik und Medizin im Zusammenhang mit der Röntgenstrahlung und der biologischen Strahlenwirkung behandelt. Die Fachschaft hat sich darüber hinaus entschieden, Schülerinnen und Schülern durch die Durchführung eines Bauprojektes in Klasse 8 eine ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweise vorzustellen und näher zu bringen. In der Einführungsphase soll eine Exkursion zu den Freestyle-Physics-Tagen der Uni Duisburg Essen durchgeführt werden, bei der die Schülerinnen und Schüler das Berufsbild des Physikers an einer Hochschule kennen lernen. Begabte Schülerinnen und Schüler der Qualifikationsphase werden dabei unterstützt das Probestudium Physik der Uni Duisburg Essen aufzunehmen

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

### Evaluation des schulinternen Curriculums

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

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