



**KULTUSMINISTER  
KONFERENZ**

**Kerncurriculum  
für die gymnasiale Oberstufe  
an Deutschen Auslandsschulen**

**in den Fächern Biologie, Chemie, Physik**

Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.04.2010

Vorgelegt von den Fachkommissionen sowie der Steuergruppe Standardisierung der Abiturprüfung an Deutschen Schulen im Ausland und den Fachgruppen Deutsch, Mathematik und Englisch im Auftrag des Bund-Länder-Ausschusses für schulische Arbeit im Ausland (BLASchA).

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1. Vorwort.....	4
2. Vorbemerkungen zu den Kerncurricula.....	4
<b>Curricula für die naturwissenschaftlichen Fächer</b> .....	<b>7</b>
1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb in den naturwissenschaftlichen Fächern .....	7
1.1 Zentrale Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts .....	7
1.2 Zur Konzeption der Curricula .....	7
2 Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase .....	9
2.1 Biologie .....	9
2.2 Chemie .....	12
2.3 Physik.....	16
3 Curriculum für das Fach Biologie in der Qualifikationsphase .....	19
3.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb .....	19
3.2 Curriculum .....	20
4 Curriculum für das Fach Chemie in der Qualifikationsphase .....	31
4.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb .....	31
4.2 Curriculum .....	32
5 Curriculum für das Fach Physik in der Qualifikationsphase.....	37
5.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb .....	37
5.2 Curriculum .....	38
<b>Glossar</b> .....	<b>44</b>

# **Einleitung**

## **1. Vorwort**

Die Kultusministerkonferenz hat im Oktober 2012 die Bildungsstandards für die Fächer Deutsch, Mathematik und die fortgeführte Fremdsprache (Englisch / Französisch) für die Allgemeine Hochschulreife verabschiedet. Daraus leitete sich die Aufgabe ab, die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife analog zu den entsprechenden Maßnahmen im innerdeutschen Schulsystem auch in den Deutschen Auslandsschulen als Grundlage der fachspezifischen Anforderungen für die Allgemeine Hochschulreife in den o. g. Fächern zu übernehmen.

Das „Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe der Deutschen Schulen im Ausland für die Fächer Deutsch, Mathematik, Englisch, Geschichte, Biologie, Chemie und Physik“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.04.2010) wurde daher in der Verantwortung des Bund-Länder-Ausschusses für schulische Arbeit im Ausland (BLASchA) in den Fächern Deutsch, Mathematik und Englisch strukturell und inhaltlich an die „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ angepasst.

Die Kerncurricula in den Fächern Deutsch, Mathematik und Englisch wurden am 10.09.2015 durch die Kultusministerkonferenz in der neuen Fassung beschlossen. Die Kerncurricula im Fach Geschichte und in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik sind gegenüber der Fassung vom 29.04.2010 unverändert.

Diese sieben Kerncurricula stellen die verbindliche Grundlage für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe und für die Erstellung von Prüfungsaufgaben für das Regionalabitur an den Deutschen Auslandsschulen dar.

Sie gelten für Deutsche Auslandsschulen und Deutsche Abteilungen an Schulen im Ausland, die zum Abitur führen.

## **2. Vorbemerkungen zu den Kerncurricula**

Der Auftrag einer zeitgemäßen schulischen Bildung geht über die Vermittlung von Wissen hinaus. Er zielt auf Persönlichkeitsentwicklung und Weltorientierung, die sich aus der Begegnung und Beschäftigung mit zentralen Aspekten des kulturellen Lebens ergeben. Schülerinnen und Schüler sollen in die Lage versetzt werden, ihr berufliches und privates Leben verantwortungsbewusst zu gestalten und am kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Leben teilnehmen zu können.

In diesem Zusammenhang vermitteln die Lehrkräfte an den Deutschen Auslandsschulen und Deutschen Abteilungen die deutsche Sprache und Kultur sowie ein wirklichkeitsgerechtes Deutschlandbild. Unterrichtsziel ist es unter anderem, Interesse

und Aufgeschlossenheit für die Kultur, die Geschichte und die Politik der Bundesrepublik Deutschland zu wecken und zur Verständigung zwischen Bürgerinnen und Bürgern des Sitzlands und Deutschlands aktiv beizutragen. Vor dem Hintergrund der Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik geht es in besonderem Maße um den Erwerb interkultureller und kommunikativer Kompetenz.

Kompetenzen beschreiben Dispositionen zur Bewältigung bestimmter Anforderungen<sup>1</sup>. Solche Kompetenzen sind fach- und lernbereichsspezifisch ausformuliert, da sie an bestimmten Inhalten erworben werden. Es gehört auch zu den Zielen schulischer Bildung, sprachliche, kommunikative, methodische, soziale und personale Kompetenz zu vermitteln. Die verschiedenen Kompetenzen stehen dabei in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander; sie bedingen, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig.

Insbesondere in der gymnasialen Oberstufe erwerben Schülerinnen und Schüler das allgemeine und fachspezifische Wissen und Können für eine erfolgreiche Gestaltung ihrer Zukunft und werden auf Ausbildung, Studium und Beruf vorbereitet. Im Sinne einer wissenschaftspropädeutischen Bildung ist der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ausgerichtet auf den Erwerb fachlich-methodischer Kompetenzen und die Einführung in wissenschaftliche Fragestellungen, Modelle und Verfahren.

Im Unterricht in der gymnasialen Oberstufe geht es darüber hinaus um die Beherrschung von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Mittels Strategien, die Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit unterstützen, sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, in zunehmender Weise Verantwortung für ihr Handeln zu übernehmen.

Diese Zielsetzungen machen es erforderlich, dass Lehrkräfte sich im Sinne eines zeitgemäßen Unterrichts intentional und auf die Bedürfnisse der jeweiligen Situation und Lerngruppe bezogen für die richtigen Arbeits- und Unterrichtsformen entscheiden.

Die Kerncurricula zielen auf eine ganzheitliche Bildung im Sinne der Kompetenzorientierung und sind auf lebenslanges Lernen ausgerichtet. Sie definieren vor dem Hintergrund der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA), der „Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss“ sowie der „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ klare und überprüfbare Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler sowie Kompetenzen und Inhalte, über die die Schülerinnen und Schüler jeweils zu Beginn und am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen.

Für die Fächer Deutsch, Mathematik und Englisch bilden die Kompetenzen und Inhalte ein erhöhtes Anforderungsniveau ab. Der Unterricht in diesen Fächern hat eine wissenschaftspropädeutische Bildung zum Ziel, die exemplarisch vertieft wird.

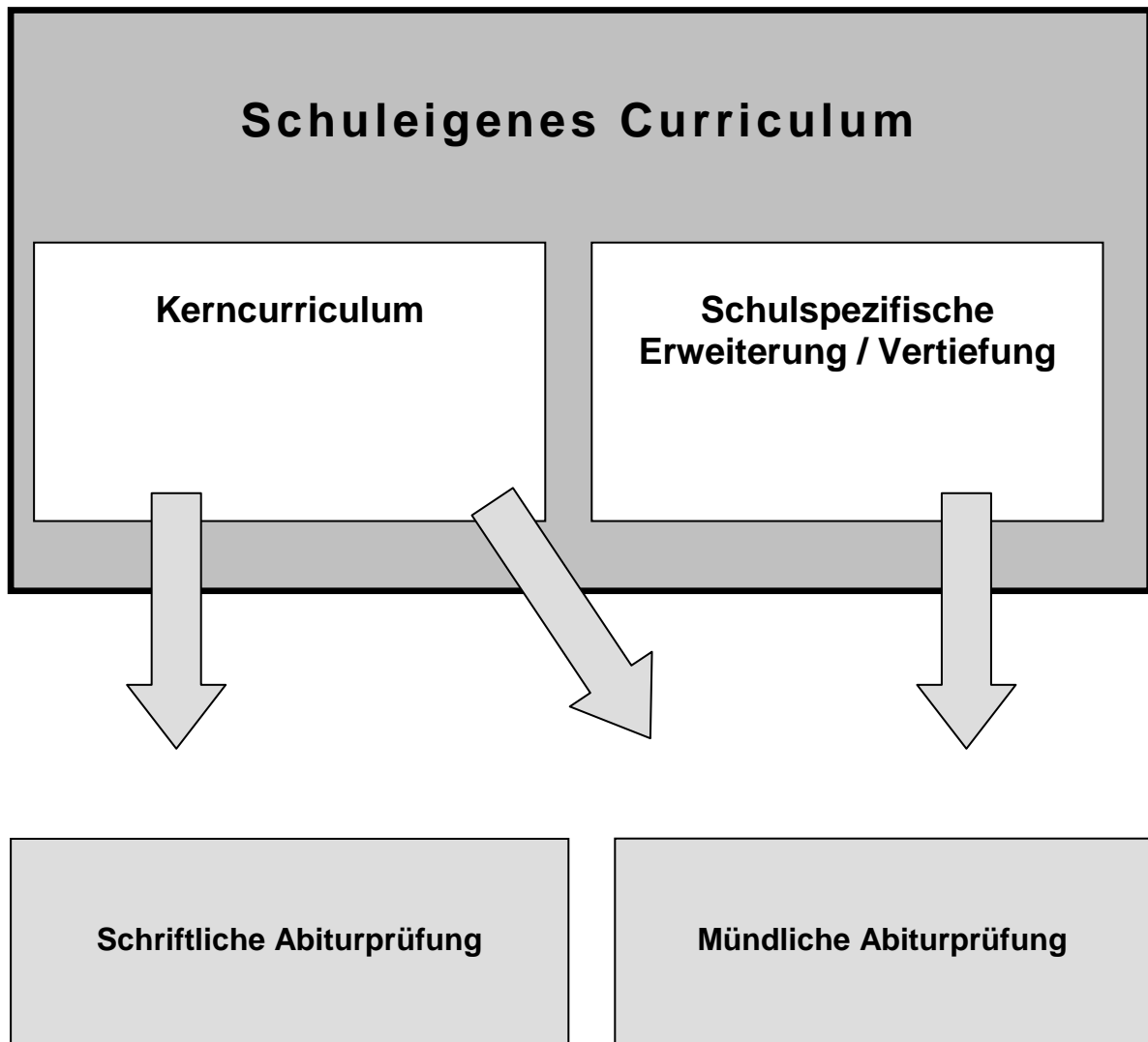
Das Anforderungsniveau kann aus den Einheitlichen Anforderungen für die Abiturprüfung (EPA), den „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ und aus darin veröffentlichten Musteraufgaben abgeleitet werden. Außerdem werden die

---

<sup>1</sup> Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung (am 16.12.2004 von der Kultusministerkonferenz zustimmend zur Kenntnis genommen), S. 16

Niveaustufen für Fremdsprachen durch den Gemeinsamen europäischen Referenzrahmen (GeR) festgelegt.

Die Bedeutung von Kompetenzen und Inhalten der Kerncurricula und der schulspezifischen Erweiterung/Vertiefung im schuleigenen Curriculum für die Aufgaben der schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung veranschaulicht das folgende Schaubild:



# **Curricula für die naturwissenschaftlichen Fächer**

## **1. Leitgedanken zum Kompetenzerwerb in den naturwissenschaftlichen Fächern**

### **1.1 Zentrale Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts**

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe gewährleistet eine vertiefte Allgemeinbildung, eine wissenschaftspropädeutische Bildung und eine allgemeine Studierfähigkeit bzw. Berufsorientierung.

Spezifische Anforderungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Qualifikationsphase leiten sich aus der Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972, i.d.F. vom 16.06.2000) ab: „Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld sollen Verständnis für den Vorgang der Abstraktion, die Fähigkeit zu logischem Schließen, Sicherheit in einfachen Kalkülen, Einsicht in die Mathematisierung von Sachverhalten, in die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, in die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur und in die Funktion naturwissenschaftlicher Theorien vermittelt werden.“

Die Curricula der naturwissenschaftlichen Fächer weisen Kompetenzen aus, die sich auf diese Zielstellungen beziehen. Unter Kompetenzen versteht man die Bereitschaft sowie die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen und Problemlösungen verantwortungsvoll zu nutzen. Kompetenz ist nach diesem Verständnis eine Disposition, die befähigt, konkrete Anforderungssituationen zu bewältigen. Die Fächer Biologie, Chemie und Physik leisten dazu ihren spezifischen Beitrag.

### **1.2 Zur Konzeption der Curricula**

Die Curricula der Fächer Biologie, Chemie und Physik basieren auf den ausgewiesenen Eingangsvoraussetzungen.

Die erwarteten Schülerleistungen orientieren sich an

- ◆ dem ganzheitlichen Kompetenzansatz des Lernkompetenzmodells, der durch fachlich-inhaltliche, sozial-kommunikative, methodisch-strategische und persönliche Dimensionen des Lernens gekennzeichnet ist und

- ◆ den Standards der Einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA), vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004 (EPA), die die Kompetenzbereiche Fachwissen, Methoden, Kommunikation und Reflexion in den Fokus stellen.

Die Ausweisung der erwarteten Schülerleistungen in den Curricula erfolgt dementsprechend kompetenz- und standardorientiert:

- ◆ Die Curricula weisen die Kompetenzen aus, über die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen.
- ◆ Der fachliche Standard wird von den EPA der naturwissenschaftlichen Fächer bestimmt.

Die Curricula für die Fächer Biologie (Ziffer 7.3), Chemie (Ziffer 7.4) und Physik (Ziffer 7.5) sind jeweils wie folgt gegliedert:

- ◆ Leitgedanken zum Kompetenzerwerb (Ziffer 7.3.1 / Ziffer 7.4.1 / Ziffer 7.5.1):  
Sie kennzeichnen den spezifischen Beitrag des jeweiligen Faches zur Kompetenzentwicklung in der Qualifikationsphase.
- ◆ Curriculum für die Qualifikationsphase (Ziffer 7.3.2 / Ziffer 7.4.2 / Ziffer 7.5.2):  
Das Curriculum weist die zu entwickelnde Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz aus, die sich an den Anforderungen der EPA orientiert. Die Auswahl und Anordnung der Inhalte erfolgt unter dem Gesichtspunkt, fachwissenschaftliche Kenntnisse zu strukturieren und diese interdisziplinär anzuwenden.

Das Curriculum ist offen für schulintern festzulegende Vertiefungen, Erweiterungen bzw. Ergänzungen.



## 2 Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik der Qualifikationsphase baut systematisch auf dem gesamten vorausgegangenen naturwissenschaftlichen Unterricht auf. Eingangsvoraussetzungen sind die im Folgenden ausgewiesenen Kompetenzen.

### 2.1 Biologie

Der Biologieunterricht bis zum Ende der Klassenstufe 10 schafft Eingangsvoraussetzungen, die entsprechend den EPA-Schwerpunkten in der Qualifikationsphase systematisch weiter entwickelt werden.

#### Sachkompetenz

Das für die Entwicklung von Sachkompetenz erforderliche Fachwissen bezieht sich schwerpunktmäßig auf Basiskonzepte, die an den Organisationsebenen „Zelle“, „Organismus“ und „Ökosystem“ dargestellt werden.

Basiskonzepte	Schülerinnen und Schüler können an geeigneten Beispielen
Struktur und Funktion	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Struktur-Funktions-Beziehungen ableiten</li><li>▪ Aufnahme, Transport und Abgabe von Stoffen in Pflanzen und Tieren erklären</li></ul>
Kompartimentierung	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ abgegrenzte Reaktionsräume als Voraussetzung für den ungestörten Verlauf von Prozessen erläutern z.B. chemische Reaktionen, Abhängigkeit einer Lebensgemeinschaft von einem Lebensraum mit spezifischen Merkmalen, ökologische Nischen</li></ul>
Reproduktion	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ die Bedeutung der Reproduktion lebender Systeme erläutern</li><li>▪ Varianten der Vervielfältigung (ungeschlechtliche, geschlechtliche Fortpflanzung) beschreiben</li><li>▪ die Bedeutung von Mitose und Meiose erläutern</li><li>▪ 1. und 2. Mendelsche Regel anwenden</li></ul>
Information und Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ die Bedeutung von Nerven- und Hormonsystem für Information und Kommunikation erläutern</li><li>▪ den Ablauf zellulärer und humoraler Immunantwort beschreiben und deren Bedeutung erläutern</li><li>▪ verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten beschreiben (z. B. an Reiz-Reaktionskette, Hormone, Partnersuche)</li></ul>

Steuerung und Regelung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Bedeutung von Steuerung und Regelung in lebenden Systemen erläutern</li> <li>▪ Regelkreise und ihre Beeinflussung beschreiben (z. B. Blutzuckerspiegel, Steuerung des weiblichen Zyklus, Räuber-Beute-Beziehung)</li> </ul>
Stoff- und Energieumwandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Bedeutung der Aufnahme, Umwandlung und Abgabe von Stoffen und Energie für lebende Systeme erläutern</li> </ul>
Variabilität und Anpassbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennzeichen verschiedener Tierklassen (ausgewählte Wirbellose und Wirbeltiere) und Pflanzenfamilien (z. B. Kreuzblütengewächse, Kieferngewächse) beschreiben</li> <li>▪ Anpassungen und Anpassbarkeiten von Organismen an ihre Umwelt erklären</li> </ul>
Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Entwicklung von Zellen, Organismen und Ökosystemen beschreiben</li> </ul>
Geschichte und Verwandtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prinzip der Zellteilung und Zellwachstum</li> <li>– Entwicklung von Organismen</li> <li>– zeitliche Veränderungen eines Ökosystems</li> <li>▪ die Variabilität der Lebewesen als Voraussetzung und Ergebnis der Evolution erklären <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung des Zusammenwirkens von Evolutionsfaktoren</li> </ul> </li> </ul>

## Methodenkompetenz

### Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden

Schülerinnen und Schüler können

- Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente planen, durchführen, protokollieren und auswerten sowie Fehlerbetrachtungen vornehmen
- einfache mikroskopische Präparate mikroskopieren und zeichnerisch darstellen sowie mikroskopische Bilder auswerten
- einfache Bestimmungsschlüssel anwenden
- die experimentelle Methode anwenden
  - naturwissenschaftliche Fragestellungen erschließen
  - Hypothesen bilden
  - Hypothesen experimentell überprüfen
  - Ergebnisse im Hinblick auf die Fragestellung prüfen

- Modelle im Erkenntnisprozess nutzen
  - Merkmale und Grenzen von Modellen sowie die Bedeutung ihrer Weiterentwicklung erläutern
  - Modellvorstellungen entwickeln und Modelle anwenden
- biologische Sachverhalte beschreiben, vergleichen und klassifizieren sowie Fachtermini definieren
- Ursache-Wirkungs-Beziehungen ableiten und biologische Sachverhalte begründen
- biologische Sachverhalte erklären und interpretieren

## **Kommunikation**

Schülerinnen und Schüler können

- Informationen sachkritisch analysieren, strukturieren und adressatengerecht präsentieren
- Informationen aus Texten, Schemata, Grafiken, symbolischen Darstellungen wie chemische Gleichungen, Diagrammen und Tabellen in andere Darstellungsformen umwandeln
- Methoden und Ergebnisse biologischer Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente in geeigneter Form darstellen und damit argumentieren
- zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden und naturwissenschaftliche Fachbegriffe sachgerecht anwenden

## **Reflexion**

Schülerinnen und Schüler können

- in verschiedenen Kontexten biologische Sachverhalte erkennen
- Entscheidungen, Maßnahmen und Verhaltensweisen auf der Grundlage von Fachkenntnissen unter Beachtung verschiedener Perspektiven ableiten und bewerten
- Bedeutung, Tragweite und Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, Methoden und deren Anwendungen bewerten

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Schülerinnen und Schüler können

- ihr Lernen und Arbeiten organisieren
- selbstständig und situationsbezogen Lernstrategien und Arbeitstechniken anwenden sowie eigene Lernwege reflektieren und Lernergebnisse bewerten
- das eigene Arbeits- und Sozialverhalten sowie das anderer Personen einschätzen

## 2.2 Chemie

Beim Eintritt in die Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler über die nachfolgenden Kompetenzen verfügen, die sich aus den Leitlinien ableiten lassen. Diese werden in der Qualifikationsphase vertiefend fortgeführt.

### Leitlinie: Stoffe und ihre Eigenschaften

Schülerinnen und Schüler können

- wichtige Eigenschaften und Kombinationen von Eigenschaften ausgewählter Stoffe angeben (Luft, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Wasserstoff, Chlor, Eisen, Kupfer, Silber, Magnesium, Natrium, Natriumchlorid, Natriumhydroxid, Magnesiumoxid)
- Nachweise wichtiger Stoffe beziehungsweise Teilchen beschreiben (Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Wasserstoff; saure, neutrale, alkalische Lösungen; Alken, Chlorid-Ion)
- Beispiele für alkalische und saure Lösungen angeben (Natronlauge, Ammoniaklösung, Salzsäure, Kohlensäure, Lösung einer weiteren ausgewählten Säure)
- typische Eigenschaften ausgewählter organischer Stoffe beschreiben (Alkane, ein Alken, Alkanole, ein Alkanal, Aceton, Alkansäuren, Glucose, Ester)
- Änderungen von Stoffeigenschaften innerhalb einer ausgewählten homologen Reihe beschreiben (Alkanole)

### Leitlinie: Stoffe und ihre Teilchen

Schülerinnen und Schüler können

- das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden
- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen (Atom, Molekül, Ion)
- den Informationsgehalt einer chemischen Formel erläutern (Verhältnisformel, Molekülformel, Strukturformel)
- das Kern-Hülle-Modell von Atomen (Protonen, Elektronen, Neutronen) und ein Erklärungsmodell für die energetisch differenzierte Atomhülle (Ionisierungsenergie) beschreiben
- erläutern, wie positiv und negativ geladene Ionen entstehen (Elektronenübergänge, Edelgasregel)
- die Ionenbindung erklären und damit typische Eigenschaften der Salze begründen
- die Molekülbildung durch Elektronenpaarbindung unter Anwendung der Edelgasregel erläutern (bindende und nichtbindende Elektronenpaare)

- den räumlichen Bau von Molekülen mithilfe eines geeigneten Modells erklären
- polare und unpolare Elektronenpaarbindungen unterscheiden (Elektronegativität)
- den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Dipol-Eigenschaft herstellen
- die typischen Teilchen in sauren und alkalischen Lösungen nennen (Oxonium-Ionen, Hydroxid-Ionen)
- die besonderen Eigenschaften von Wasser erklären (räumlicher Bau des Wasser-Moleküls, Wasserstoffbrücken)
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Wechselwirkungen, Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken) nennen und erklären

### **Leitlinie: Chemische Reaktionen**

Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionsschemata (Wortgleichungen) als qualitative Beschreibung von Stoffumsetzungen und Reaktionsgleichungen als quantitative Beschreibung des Teilchenumsatzes formulieren
- chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten erläutern (endotherme und exotherme Reaktionen, Aktivierungsenergie, Katalysator)
- Massengesetze anwenden (Gesetz von der Erhaltung der Masse, Gesetz der konstanten Massenverhältnisse)
- Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragung oder als Elektronenübergang erklären
- Reaktionen von Säuren mit Wasser als Protonenübergang erkennen und erläutern (Reaktion von Chlorwasserstoff)
- ausgewählte organische Reaktionsarten nennen und erkennen (Addition, Substitution, Eliminierung)
- das Aufbauprinzip von Makromolekülen an einem Beispiel erläutern

### **Leitlinie: Ordnungsprinzipien**

Schülerinnen und Schüler können

- ein sinnvolles Ordnungsschema zur Einteilung der Stoffe erstellen (Stoff, Reinstoff, Element, Verbindung, Metall, Nichtmetall, Stoffgemisch, Lösung, Emulsion, Suspension);
- bei wässrigen Lösungen die Fachausdrücke „sauer“, „alkalisch“, „neutral“ der pH-Skala zuordnen
- den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung der Atome im PSE erklären (Ordnungszahl, Protonenanzahl, Elektronenanzahl, Massenzahl, Valenzelektronen, Hauptgruppe, Periode)

- Verbindungen nach dem Bindungstyp ordnen (Elektronenpaarbindung, Ionenbindung)
- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel von Elektronen- und Protonenübergängen anwenden (Reaktion eines Metalls mit einem Nichtmetall, Elektrolyse einer Salzlösung, Reaktion von Chlorwasserstoff und einer weiteren Säure mit Wasser)
- Kohlenstoffverbindungen mithilfe funktioneller Gruppen ordnen (Zweifachbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Hydroxyl-, Aldehyd-, Carboxyl- und Ester-Gruppe)

### **Leitlinie: Arbeitsweisen**

Schülerinnen und Schüler können

- mit Laborgeräten sachgerecht umgehen und die Sicherheitsmaßnahmen anwenden
- Maßnahmen zum Brandschutz planen, durchführen und erklären
- unter Beachtung der Sicherheitsmaßnahmen einfache Experimente durchführen, beschreiben und auswerten
- sachgerechte Beseitigung von Gefahrstoffen kennen
- Stoffeigenschaften experimentell ermitteln (Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Farbe, Geruch, Dichte, elektrische Leitfähigkeit, Löslichkeit)
- bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden (Erfassung des Problems, Hypothese, Planung von Lösungswegen, Prognose, Beobachtung, Deutung und Gesamtauswertung, Verifizierung und Falsifizierung)
- ein einfaches quantitatives Experiment durchführen (Ermittlung eines Massenverhältnisses)
- eine Titration zur Konzentrationsermittlung einer Säure durchführen
- einfache Experimente mit organischen Verbindungen durchführen (Oxidation eines Alkanols, Estersynthese)
- verschiedene Informationsquellen zur Ermittlung chemischer Daten nutzen
- wichtige Größen erläutern (Teilchenmasse, Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration)
- Berechnungen durchführen und dabei auf den korrekten Umgang mit Größen und deren Einheiten achten
- Molekülstrukturen mit Modellen darstellen

## **Leitlinie: Umwelt und Gesellschaft**

Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Zusammenhänge bei Alltagsphänomenen erkennen
- die Bedeutung saurer, alkalischer und neutraler Lösungen für Lebewesen erörtern
- die Bedeutung verschiedener Energieträger erkennen
- die Wiederverwertung eines Stoffes an einem Beispiel erklären
- wichtige Mineralstoffe und ihre Bedeutung angeben (Natrium-, Kalium-, Ammonium-Verbindungen, Chlorid, Sulfat, Phosphat, Nitrat)
- die Verwendung ausgewählter organischer Stoffe in Alltag oder Technik erläutern (Methan, Ethen, Ethanol, Essigsäure)
- die chemischen Grundlagen für einen Kohlenstoffkreislauf in der belebten oder unbelebten Natur darstellen
- die Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe erläutern
- an einem ausgewählten Stoff schädliche Wirkungen auf Luft, Gewässer oder Boden beurteilen und Gegenmaßnahmen aufzeigen
- die Gefahren des Alkohols als Suchtmittel erläutern
- am Beispiel eines Stoffes, der Gegenstand der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion ist, die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung darstellen
- an einem Beispiel die Leistungen einer Forscherpersönlichkeit beschreiben

## 2.3 Physik

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase setzt Kenntnisse aus folgenden Themenbereichen voraus:

- ◆ Mechanik
- ◆ Optik
- ◆ Elektrizitätslehre und Magnetismus
- ◆ Atom- und Kernphysik

Die Kenntnisse werden entsprechend den EPA-Schwerpunkten in der Qualifikationsphase systematisch weiter entwickelt.

### Sachkompetenz

Das für die Entwicklung von Sachkompetenz erforderliche Fachwissen bezieht sich schwerpunktmäßig auf die eingangs genannten Themenbereiche.

Themenbereich	Die Schülerinnen und Schüler können
Mechanik	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ mit der physikalischen Größe "Kraft" und dem Hookschen Gesetz sicher umgehen</li><li>▪ mit Grundbegriffen und Kenngrößen der Kinematik sicher umgehen</li><li>▪ mit dem Energiebegriff und dem Energieerhaltungssatz sicher umgehen</li><li>▪ mit der physikalischen Größe "Impuls" und dem Impulserhaltungssatz sicher umgehen</li></ul>
Optik	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ das Strahlenmodell des Lichtes auf die Brechung und Reflexion anwenden und mit diesem Modell optische Erscheinungen beschreiben und erklären</li><li>▪ Strahlenverläufe an ausgewählten durchsichtigen Körpern konstruieren und die Bildentstehung an dünnen Sammellinsen konstruieren und berechnen</li></ul>



## Elektrizitätslehre und Magnetismus

- mit den physikalischen Größen "Strom", Spannung" und "ohmscher Widerstand" sicher umgehen
- das ohmsche Gesetz erläutern
- den Feldbegriff anhand des Magnetfeldes von Dauer- und Elektromagneten erläutern
- Feldlinienbilder von Magneten, stromdurchflossenen Leitern und Spulen sicher interpretieren
- bewegte Ladung als Ursache für Magnetfelder identifizieren

## Atom- und Kernphysik

- die Eigenschaften radioaktiver Strahlen nennen und effektive Nachweisverfahren beschreiben
- den Aufbau von Atomkernen angeben und die Existenz von Isotopen erklären

## Methodenkompetenz

### Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden

Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente planen, durchführen, protokollieren und auswerten sowie Fehlerbetrachtungen vornehmen
- experimentelle Methoden anwenden
  - physikalische Fragestellungen entwickeln
  - Hypothesen bilden
  - Hypothesen experimentell überprüfen
  - Ergebnisse im Hinblick auf die Fragestellung prüfen
- Einfache physikalische Modelle für Erkenntnisprozesse nutzen
  - Merkmale und Grenzen von Modellen sowie die Bedeutung ihrer Weiterentwicklung erläutern
  - Modellvorstellungen entwickeln und Modelle anwenden
- physikalische Sachverhalte beschreiben, vergleichen und klassifizieren sowie Fachtermini definieren
- kausale Beziehungen erkennen und physikalische Sachverhalte begründen und interpretieren

## **Kommunikation**

Schülerinnen und Schüler können

- Informationen sachkritisch analysieren, strukturieren und adressatengerecht präsentieren
- Informationen aus Texten, Schemata, Grafiken, symbolischen Darstellungen, Gleichungen, Diagrammen und Tabellen in andere Darstellungsformen umwandeln
- Methoden und Ergebnisse physikalischer Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente in geeigneter Form darstellen und damit argumentieren
- zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden und physikalisch-naturwissenschaftliche Fachbegriffe sachgerecht anwenden

## **Reflexion**

Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Sachverhalte in angemessenen Kontexten erkennen
- Entscheidungen, Maßnahmen und Verhaltensweisen auf der Grundlage von physikalischen Fachkenntnissen unter Beachtung verschiedener Perspektiven ableiten und bewerten
- Bedeutung, Tragweite und Grenzen physikalischer Erkenntnisse, Methoden einschließlich deren Anwendungen bewerten.

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Schülerinnen und Schüler können

- selbstständig und situationsbezogen Lernstrategien und Arbeitstechniken anwenden sowie eigene Lernwege reflektieren und Lernergebnisse bewerten
- das eigene Arbeits- und Sozialverhalten sowie das anderer Personen einschätzen.

### **3 Curriculum für das Fach Biologie in der Qualifikationsphase**

Eingangsvoraussetzungen für den Biologieunterricht in der Qualifikationsphase sind die in den drei naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik entwickelten Kompetenzen (vgl. Ziffer 7.2.1, Ziffer 7.2.2 und Ziffer 7.2.3).

#### **3.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb**

Der Biologieunterricht in der Qualifikationsphase leistet seinen Beitrag zur vertieften Allgemeinbildung: Sie umfasst fachlich-inhaltliche, methodisch-strategische, sozial-kommunikative und persönliche Dimensionen des Lernens.

Durch die zunehmende gesellschaftliche, wirtschaftliche und persönliche Bedeutung der Bereiche Gesundheit, Ernährung, Gentechnik, Biotechnik, Reproduktionsbiologie, Bioethik und Umwelt hat sich die Biologie zu einem stark integrativen Fach entwickelt und verbindet Naturwissenschaften, ihre technischen Anwendungen sowie Sozial- und Geisteswissenschaften miteinander.

Die Biologie greift einerseits auf Erkenntnisse, Gesetze und Methoden anderer Wissenschaften zurück und schafft andererseits fachwissenschaftliche Voraussetzungen für sachgerechtes Diskutieren, Urteilen, Entscheiden und Handeln. Sie legt die fachliche Basis, um Tragweite, Grenzen und gesellschaftliche Relevanz biowissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden sachgerecht und kritisch zu bewerten. Dies setzt voraus, dass Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven heraus betrachtet und verstanden werden.

Biologische Fachkenntnisse sind Grundlage für die Reflexion über die Stellung des Menschen im biologischen System, über sich selbst und seine Beziehungen zur Umwelt. Die Biologie gibt Anstöße, um über Einflüsse naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf das Weltbild des Menschen zu reflektieren.

Der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe trägt dem Rechnung: Er hilft, die Bedeutung der Wissenschaft Biologie bzw. ihre Methoden zu verstehen. Er bietet Raum für die Entwicklung anwendungsbereiter und anschlussfähiger Kompetenzen.

Der Biologieunterricht in der Qualifikationsphase leistet einen Beitrag zur Wissenschaftspropädeutik: Er führt ein in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden, die unter wissenschaftlichen und erkenntnistheoretischen Gesichtspunkten reflektiert werden. Dies fordert fachübergreifendes Denken. Das Arbeiten mit Modellvorstellungen, der gedankliche Wechsel zwischen verschiedenen Organisationsebenen des Lebens und der Umgang mit komplexen biologischen Strukturen fördern die Fähigkeit zur Abstraktion, zum Perspektivwechsel und zum logischen Denken.

Der Biologieunterricht in der Qualifikationsphase leistet einen Beitrag zur allgemeinen Studierfähigkeit und Berufsorientierung: Im Biologieunterricht der Qualifikationsphase sind Schülerinnen und Schüler zunehmend gefordert, ihr Lernen schrittweise selbst zu regulieren bzw. zu organisieren und grundlegende Fachkenntnisse und Methoden

eigenständig anzuwenden. Er trägt dazu bei, eine anschlussfähige Basis für Berufsausbildung und Studium zu schaffen. Die Lehr- und Lernkultur im Fach Biologie muss diesen Anforderungen gerecht werden.

## **3.2 Curriculum**

Im Sinne des Lernkompetenzmodells sind Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz als Bausteine zu betrachten, die miteinander verflochten sind.

### **Sachkompetenz**

Der Biologieunterricht in der Qualifikationsphase trägt dem rasanten Wachstum an naturwissenschaftlichem Wissen Rechnung, indem er sich auf Grundlegendes sowie auf das Verstehen von Grundprinzipien und Gesetzmäßigkeiten konzentriert. Er schafft Voraussetzungen für anwendungsbereite und anschlussfähige Kenntnisse.

- ◆ Eine wichtige Strukturierungshilfe für die zu Grunde liegenden Fachkenntnisse sind die Basiskonzepte: Struktur und Funktion, Reproduktion, Kompartimentierung, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung, Information und Kommunikation, Variabilität und Anpasstheit, Geschichte und Verwandtschaft.
- ◆ Der Unterricht ermöglicht den Erwerb derjenigen Fachkenntnisse, die das Verständnis von biologischen Funktionszusammenhängen, vernetzten Systemen und Entwicklungsprozessen unterstützen.

Der Biologieunterricht der Qualifikationsphase

- knüpft an die unter 5.2.1 ausgewiesenen Kompetenzen an und vertieft sie.

Darüber hinaus können Schülerinnen und Schüler

- den interdisziplinären Charakter biologischer Forschung erläutern und
- die Bedeutung von Fachkenntnissen für die Ausbildung eines naturwissenschaftlich begründeten Weltbildes erläutern.

### **Methodenkompetenz**

Die Schwerpunkte Methoden, Kommunikation und Reflexion sind der Methodenkompetenz zugeordnet:

**Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden:** Die Analyse komplexer naturwissenschaftlicher Phänomene, das Verstehen naturwissenschaftlicher Sachverhalte und die Auseinandersetzung mit Erkenntnissen bzw. deren Anwendungen setzt ein hohes Maß an Methodenkompetenz voraus.

Der Biologieunterricht der Qualifikationsphase

- knüpft an die unter 5.2.1 ausgewiesenen Kompetenzen an und vertieft sie.

Darüber hinaus können Schülerinnen und Schüler

- erkenntnistheoretische Fragen diskutieren (Weg von der Beobachtung des Phänomens über die Fragestellung, die Hypothese zur Theorie).

**Kommunikation:** Kommunikation beinhaltet das Erfassen und Verarbeiten von Informationen sowie das angemessene Dokumentieren, Präsentieren und Diskutieren von Ergebnissen und Erkenntnissen in unterschiedlichen Kommunikationssituationen.

Der Biologieunterricht der Qualifikationsphase

- knüpft an die unter 5.2.1 ausgewiesenen Kompetenzen an und vertieft sie.

**Reflexion:** Sachgerechtes und sachkritisches Urteilen, Entscheiden und Handeln im individuellen und gesellschaftlichen Bereich ist zunehmend von biologischen Fachkenntnissen abhängig. Daraus resultiert die Bedeutung der Reflexionsfähigkeit. Reflektieren verlangt solide fachspezifische und fachübergreifende Kompetenzen. Reflektieren fordert multiperspektivisches und vorausschauendes Denken.

Der Biologieunterricht der Qualifikationsphase

- knüpft an die unter 5.2.1 ausgewiesenen Kompetenzen an und vertieft sie.

Darüber hinaus können Schülerinnen und Schüler

- die Stellung des Menschen, sein Verhalten und Handeln im System der Natur kritisch reflektieren
- Einflüsse biologischer Erkenntnisse auf das Weltbild des Menschen reflektieren

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Sie zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, den eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstständig zu gestalten sowie Leistungen und Verhalten zu reflektieren.

Sie zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, im Team zu lernen und zu arbeiten, angemessen miteinander zu kommunizieren und das Lernen und Arbeiten und das Sozialverhalten im Team zu reflektieren.

## Der Biologieunterricht in der Qualifikationsphase

- knüpft an die unter 5.2.1 ausgewiesenen Kompetenzen an und vertieft sie.

## Themenbereiche

Das Curriculum ist in Themenbereiche gegliedert.

- ◆ Die Strukturierung erfolgt mit dem Ziel, grundlegende biologierelevante Sachverhalte zu verstehen bzw. anwendbare und anschlussfähige Kompetenzen zu entwickeln. Der Fokus wird folglich auf die Vertiefung und Vernetzung des Wissens, auf sachgerechtes Anwenden von Kenntnissen und Methoden sowie auf wissenschaftspropädeutisches Arbeiten gesetzt. Die Themenbereiche sind miteinander zu vernetzen und Grundlage für kumulatives und systematisches Lernen. Die Inhalte sind deshalb nicht nach traditionellen Wissenschaftsdisziplinen gegliedert.
- ◆ Die Themenbereiche 1 – 3 richten den Blick auf die Organisationsebenen Zelle, Organismus und Ökosystem. Daran werden Basiskonzepte und ihre Verflechtungen exemplarisch illustriert. Diese Vorgehensweise erfordert ganzheitliche und interdisziplinäre Betrachtungen. Schülerinnen und Schüler sind gefordert, Lebensprozesse aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten.
- ◆ Der Themenbereich 4 unterstützt die Metareflexion des Gelernten. Anhand vergleichender Betrachtungen der Inhalte erkennen Schülerinnen und Schüler, dass in den verschiedenen Organisationsebenen gleiche Funktionsprinzipien gelten.
- ◆ Der Themenbereich 5 bezieht sich auf Anwendungen biologischer Erkenntnisse in persönlich und gesellschaftlich relevanten Bereichen.

Hinweis: Dem Fach Biologie ist als Experimentalfach Rechnung zu tragen. Die mit ➔ gekennzeichneten Untersuchungen und Experimente sind vom Schüler selbstständig durchzuführen. Soweit angemessen erfolgen diese nach der experimentellen Methode.

## Die Zelle als Organisationsebene des Lebens

### Die Zelle als Struktur- und Funktionseinheit

Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung der Zellbestandteile für das Leben der Zelle erläutern
- den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion von Zellbestandteilen am Beispiel von Chloroplasten und Mitochondrien erläutern

## Mikroskopie

Schülerinnen und Schüler können

- ➔ Frischpräparate pflanzlicher Zellen herstellen und mikroskopieren, mikroskopische Bilder zeichnerisch darstellen, mikroskopische Zeichnungen auswerten

## Stoffaufbau und Energieumsatz

Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung von Stoffaufbau und Energieumsatz für die Zelle erläutern
- den Zusammenhang zwischen Assimilation und Dissimilation erläutern
- verschiedene Formen der Assimilation (autotrophe und heterotrophe Assimilation) sowie verschiedene Formen der Dissimilation (Zellatmung, Gärung) vergleichen und Fachtermini definieren
- Struktur-Funktions-Beziehungen am Beispiel der Biomembran erläutern; Funktion und Grenzen des Flüssig-Mosaik-Modells begründen
  - passive u. aktive Stofftransporte (Diffusion, Osmose, Ionenpumpe) an der Zelle erklären und deren Bedeutungen erläutern
  - Plasmolyse und Deplasmolyse erklären

## Experimente

Schülerinnen und Schüler können

- ➔ Plasmolyse und Deplasmolyse pflanzlicher Zellen mikroskopisch darstellen
- ➔ Diffusion und Osmose demonstrieren

## Enzyme als Biokatalysatoren in Zellen

Schülerinnen und Schüler können

- Enzyme als Struktur-Funktions-Einheit darstellen
- (Bedeutung von aktivem Zentrum, Coenzymen und Cofaktoren für Reaktions- und Substratspezifität)
- den Ablauf von Enzymreaktionen beschreiben
- die Bedeutung von Enzymen erläutern
- (Beeinflussung der Aktivierungsenergie und Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen)
- Grafiken zur Abhängigkeit enzymatischer Reaktionen von der Temperatur und vom pH-Wert interpretieren
- die Regulation von Enzymreaktionen durch Inhibitoren erklären

## Experimente

Schülerinnen und Schüler können

- ➔ die Enzymwirkung nachweisen
- ➔ die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur oder pH-Wert nachweisen

## Reproduktion und Entwicklung der Zelle

Schülerinnen und Schüler können

- die Zellteilung beschreiben und deren Bedeutung als Grundlage für Reproduktion erläutern
- den Zusammenhang zwischen der Struktur des Zellkerns und seinen Funktionen erläutern
- zelluläre und molekulare Grundlagen der Vererbung erläutern
  - Struktur von DNA und RNA beschreiben
- die Weitergabe von genetischer Information erklären
  - die Weitergabe genetischer Informationen bei ungeschlechtlicher und bei geschlechtlicher Fortpflanzung vergleichen
  - den Verlauf der identischen Replikation beschreiben und ihre Bedeutung erläutern
- die Realisierung der genetischen Information erklären
  - die Funktion des genetischen Codes erklären
  - den prinzipiellen Verlauf der Proteinbiosynthese beschreiben
  - die Bedeutung von Proteinen erläutern

## Der Organismus als Organisationsebene des Lebens

### Stoffaufbau und Energieumsatz bei grünen Pflanzen und bei Tier / Mensch

Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung von Stoffaufbau und Energieumsatz für den Organismus erläutern
- Stoff- und Energieumwandlungen am Beispiel der Fotosynthese und der Zellatmung beschreiben
- Beziehungen zwischen Assimilation und Zellatmung bei Organismen (am Beispiel grüner Pflanzen und heterotropher Tiere / Mensch) erläutern
- die Funktion von ATP als universeller Energieträger erklären
- grafische Darstellungen zur Beeinflussung von Fotosynthese und Atmung durch abiotische Faktoren interpretieren



## Experimente

Schülerinnen und Schüler können

- ➔ Glukose, Stärke in pflanzlichen Produkten nachweisen
- ➔ die enzymatische Spaltung von Stärke nachweisen

## Reproduktion und Entwicklung

Schülerinnen und Schüler können

- Konstanz und Variabilität bei der Fortpflanzung und Entwicklung erklären  
(Bedeutung von Meiose, Mitose, identische Replikation, Rekombination, Mutation, Modifikation)

## Information und Kommunikation

Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung der Informationsaufnahme und -verarbeitung durch Organismen und die Bedeutung der Kommunikation zwischen Organismen erläutern
  - elektrochemische und molekularbiologische Vorgänge bei der Reizaufnahme und Transformation in elektrische Impulse an einer Sinneszelle erläutern
  - das Membranpotenzial als Grundlage für Informationsübertragungen erklären
  - Zustandekommen und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials an Membranen erklären
  - Auslösung und Weiterleitung des Aktionspotenzials erklären
  - Reaktionen pflanzlicher und tierischer /menschlicher Organismen auf Erregung an Beispielen nennen
- die Spezifik der Informationsübertragung im tierischen / menschlichen Zentralnervensystem erläutern
  - Struktur-Funktions-Beziehungen am Beispiel eines Neurons erläutern
  - die Übertragung von Erregungen an Synapsen erklären

## Das Ökosystem als Organisationseinheit des Lebens

Ökosysteme sind mehr als nur die Summe ihrer Teile; zwischen den Teilen bestehen zahlreiche geregelte Beziehungen.

Ökosysteme erscheinen oft als stabil. Auf der Mikroebene treten jedoch vielfältige Schwankungen auf. Evolutive Prozesse, die Veränderungen des Ökosystems herbeiführen, zeigen sich erst bei der Betrachtung großer Zeiträume.

Entsprechend den regionalen Möglichkeiten sollten geeignete Untersuchungen einbezogen werden, z. B.

- ➔ Untersuchung und Analyse eines Ökosystems (z. B. hinsichtlich Struktur, Bestand, Faktoren)
- ➔ mikroskopische Untersuchungen (z. B. Laubblattquerschnitte)
- ➔ Bestimmungsübungen

## **Ökosysteme als Struktur- und Funktionseinheit**

Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung der Strukturierung der Biosphäre erläutern
- Ökosysteme als Struktur- und Funktionseinheit beschreiben
  - die ökologische Potenz einer Art erklären und grafisch darstellen
  - Angepasstheiten (z. B. Licht- und Schattenpflanzen) und Anpassungen (z. B. Licht- und Schattenblätter einer Pflanze) an unterschiedliche Faktoren erklären und deren ökologische Bedeutung erläutern
  - ein Ökosystem in seinen Ernährungsstufen beschreiben
- den Stoff- und Energiestrom in einem Ökosystem am Beispiel des Kohlenstoffkreislaufs beschreiben

## **Stabilität von Ökosystemen**

Schülerinnen und Schüler können

- die relative Stabilität von Ökosystemen durch Selbstregulation erklären
- die Entwicklung von Populationen mit Hilfe der Volterra-Gesetze erklären
- die Regulation der Populationsdichte durch das Zusammenwirken verschiedener inter- und intraspezifische Faktoren erklären
- die Sensibilität unterschiedlicher Ökosysteme auf Einflüsse diskutieren

## **Dynamik von Ökosystemen**

Schüler und Schülerinnen können

- Veränderungen von Ökosystemen unterschiedlichen Zeiträumen vergleichen
  - Aspektfolgen und Sukzession beschreiben bzw. erläutern sowie evolutive Entwicklungen erklären
- Zusammenhänge zwischen der Evolution der Lebewesen und Veränderungen von Ökosystemen erläutern

- die Theorien von Lamarck und Darwin zur Entwicklung von Lebewesen vergleichen
- die Entwicklung von Arten nach der Synthetischen Theorie der Evolution erklären (Zusammenwirken von Evolutionsfaktoren: Veränderung des Genpools durch Mutation, Rekombination, Gendrift bzw. Isolation sowie die Bedeutung von Selektion und Coevolution)
- den Begriff „Art“ definieren
- Methoden der Stammesgeschichtsforschung beschreiben, Bedeutung und Grenzen naturwissenschaftlicher Belege für die „Untermauerung“ einer Theorie erläutern

## Organisationsebenen des Lebens

Dieser Themenbereich dient der Reflexion des Gelernten und der Strukturierung der Fachkenntnisse. Die Gültigkeit der Funktionsprinzipien auf den verschiedenen Organisationsebenen wird verdeutlicht.

Schülerinnen und Schüler können

- Zellen, Organismen und Ökosysteme als lebende Systeme kennzeichnen, die folgende Merkmale aufweisen:
  - Die Struktur, die Bedingungen und die Organisation in dem System gewährleisten die Lebensprozesse
  - Lebende Systeme sind offene Systeme

Schülerinnen und Schüler können

- die Beziehungen zwischen den Organisationsebenen des Lebens erläutern
- die Basiskonzepte an verschiedenen Organisationsebenen des Lebens anwenden

## Basiskonzepte (entsprechend EPA) und ausgewählte Fachinhalte (Curriculum)

	Organisations- ebene Zelle	Organisations- ebene Organismus	Organisations- ebene Ökosystem
Struktur – Funktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Chloroplasten</li> <li>▪ Mitochondrien</li> <li>▪ Biomembran</li> <li>▪ Zellkern</li> <li>▪ Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Enzymen</li> <li>▪ Nervenzelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synapse</li> <li>▪ Modifikationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassungen</li> <li>▪ Angepasstheiten von Lebewesen an ihren Lebensraum</li> </ul>

Variabilität und Anpassbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutation</li> <li>▪ Rekombination</li> <li>▪ Isolation</li> <li>▪ Selektion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vielfalt der Lebewesen</li> <li>▪ Anpassbarkeiten und Anpassungen von Organismen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artenvielfalt im Biotop</li> <li>▪ Koevolution</li> </ul>
Reproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zellteilung</li> <li>▪ Mitose</li> <li>▪ Meiose</li> <li>▪ Replikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fortpflanzung von Lebewesen</li> <li>▪ Klonen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stabilität von Ökosystemen</li> </ul>
Kompartimentierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zellbestandteile</li> <li>▪ Abgrenzung durch Biomembranen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organe</li> <li>▪ Gewährleistung von Ruhe- und Aktionspotenzial an Nervenbahnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biotope</li> <li>▪ ökologische Nische</li> </ul>
Information und Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ genetischer Code</li> <li>▪ Proteinbiosynthese</li> <li>▪ Synapsen</li> <li>▪ Ruhe- und Aktionspotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reaktionen von Organismen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ intra- und interspezifische Beziehungen zwischen Organismen im Ökosystem</li> </ul>
Steuerung und Regelung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzymaktivität</li> <li>▪ Osmose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informationsübertragung im Nervensystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Populationsdichte</li> </ul>
Stoff- und Energieumwandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotosynthese</li> <li>▪ Zellatmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stoffaufbau und Energieumsatz bei Lebewesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kohlenstoffkreislauf</li> <li>▪ Energiefluss im Ökosystem</li> </ul>
Entwicklung Geschichte und Verwandtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zellteilung und -wachstum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Homologien</li> <li>▪ stammesgeschichtliche Entwicklung von Lebewesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sukzession</li> <li>▪ evolutive Entwicklung</li> </ul>

## Anwendung von biologischen Kenntnissen

Erkenntnisse der Naturwissenschaften und die Entwicklung neuer technologischer Verfahren ermöglichen Eingriffe in biologische Strukturen und Prozesse. Dabei sind die Chancen und Risiken abzuwägen.

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse bilden zusammen mit ethischen Grundsätzen die Grundlage zur Bildung von Werten und Normen, die für ein verantwortliches Handeln unerlässlich sind.

## **Anwendungsbereich Genetik / Gentechnik**

Schülerinnen und Schüler können

- die Verfahrensschritte zur Herstellung transgener Bakterien (auf molekularbiologischer Grundlage) an einem Beispiel erklären und die Bedeutung transgener Bakterien erläutern
- Weitere gentechnische Verfahren erklären und deren Bedeutung erläutern
  - die Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR) und genetischer Fingerabdruck
  - Marker in der Medizin
  - Prinzip der Gendiagnostik an einem Beispiel
  - Prinzip des Klonens
- embryonale und differenzierte Zellen vergleichen und deren Bedeutung in der Medizin (als Stammzellen) erläutern
- sich mit den ethischen Dimensionen der Gentechnik und der Reproduktionsbiologie auseinandersetzen

## **Anwendungsbereich: Einfluss naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf das Weltbild**

Schülerinnen und Schüler können

- die Evolution des Menschen beschreiben
- die Bedeutung von Erkenntnissen über die Evolution für ein naturwissenschaftlich begründetes Weltbild erläutern
- weitere Erklärungen zur Entwicklung der Lebewesen aus naturwissenschaftlicher Sicht analysieren (an einem Beispiel)

## **Anwendungsbereich Ökologie**

Schülerinnen und Schüler können

- Eingriffe des Menschen in Ökosysteme und ihre Folgen (am aktuellen Beispiel) sachgerecht und kritisch bewerten
- Maßnahmen zum Umweltschutz (Begriffe Biodiversität, Nachhaltigkeit) bewerten

## **Anwendungsbereich Neurobiologie**

Schülerinnen und Schüler können

- die Wirkung von psychoaktiven Stoffen und Nervengiften (an je einem Beispiel) auf Synapsen bzw. Nervenzellen erklären
- Gesundheitsgefährdung durch psychoaktive Stoffe begründen und damit im Zusammenhang stehende persönliche und gesellschaftliche Probleme diskutieren

## 4 Curriculum für das Fach Chemie in der Qualifikationsphase

Der Chemieunterricht in der Qualifikationsphase basiert auf den Eingangsvoraussetzungen der drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik (vgl. Ziffer 7.2).

### 4.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

Der Chemieunterricht trägt dazu bei gesellschaftlich relevante fachliche Kompetenz zu vermitteln. Alle zukünftigen Entscheidungsträger, unabhängig von ihrer beruflichen Orientierung, sollen dadurch Instrumente zur qualifizierten Entscheidungsfindung in naturwissenschaftlich-technischen Fragen erhalten. Schülerinnen und Schüler eröffnet der Chemieunterricht die Möglichkeit, Neigungen und Begabungen zu entdecken, die als Entscheidungskriterien für die Berufswahl eine Rolle spielen können.

Die Chemie untersucht und beschreibt die stoffliche Welt. Im Chemieunterricht wird über verschiedene Zugänge ein strukturiertes Wissen über die stoffliche Welt vermittelt. Der fachspezifische Erkenntnisgewinn ist eine Facette im Kontext der naturwissenschaftlichen Fächer, sowie der Anwendung von Methoden der Mathematik.

Der Chemieunterricht macht deutlich, dass die Chemie einen wesentlichen Beitrag zur kulturellen Entwicklung der Menschen geleistet hat und immer noch leistet. Voraussetzung dafür ist der sichere und exakte Gebrauch der Sprache. So folgt der Kompetenz zur fachlichen und methodischer Reflexion das Verbalisieren und Kommunizieren der beim selbst- und fremdgesteuerten Lernen erworbenen Kenntnisse.

Die Chemie ist eine empirische Wissenschaft. Der Chemieunterricht fördert die personalen und sozialen Kompetenzen selbständig und im Team zu arbeiten. Die Methodenkompetenz ermöglicht es, in gleichem Maß manuell zu arbeiten und mit Modellvorstellungen die submikroskopische Welt zu erschließen.

Die besondere Verantwortung des Chemieunterrichts an Deutschen Schulen im Ausland besteht darin, sichtbar zu machen, dass aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen allein keine Werte und Normen für die Gesellschaften der Welt abzuleiten sind, vielmehr muss vermittelt werden, dass die Vernetzung verschiedener Fachrichtungen, ethische Grundlagen und die Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachrichtungen und gesellschaftlichen Gruppen, Institutionen und Betrieben notwendig ist.

Die Schülerinnen und Schüler an Deutschen Schulen im Ausland werden auch im Chemieunterricht gezielt mit regionalen und globalen Fragestellungen konfrontiert, an denen sich nachhaltige Entwicklung aufzeichnen lassen. In geeigneter Form werden Kompetenzen entwickelt, die das Erfassen von Stoffkreisläufen und das ökologische Bilanzieren von Produkten ermöglichen.

Die gegenüber bisherigen Bildungsplänen verstärkte Entwicklung von Schlüsselqualifikationen erfordert eine deutliche Reduktion des Faktenwissens

zugunsten der Entwicklung horizontaler und vertikaler Vernetzung von Inhalten und Methoden.

## **4.2 Curriculum**

Die bis zum mittleren Bildungsabschluss erworbenen Kompetenzen sind Voraussetzung für den Eintritt in die Qualifikationsphase. Deren Evaluierbarkeit und die Evaluation nach der Qualifikationsphase im Rahmen der Abiturprüfung erfordern einen entsprechenden Kompetenzerwerb. Im Sinne des Lernkompetenzmodells sind Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz als Bausteine zu betrachten, die miteinander verflochten sind.

### **Sachkompetenz**

Die Entwicklung der Sachkompetenz erfordert Fachwissen unter besonderer Berücksichtigung der Basiskonzepte:

Fachwissen

chemische Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten kennen und Konzepten zuordnen

### **Methodenkompetenz**

Der Methodenkompetenz sind die Schwerpunkte Methoden, Kommunikation und Reflexion zugeordnet:

Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden

experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen

Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

Reflexion

chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Sie zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, den eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstständig zu gestalten sowie Leistungen und Verhalten zu reflektieren.

Sie zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, im Team zu lernen und zu arbeiten, angemessen miteinander zu kommunizieren und das Lernen und Arbeiten und das Sozialverhalten im Team zu reflektieren.



Diese Kompetenzbereiche werden entlang **zentraler Leitlinien** entwickelt. Diesen Leitlinien sind konkrete Lerninhalte zugeordnet. Diese Lerninhalte orientieren sich an den Basiskonzepten, die einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive gewährleisten:

- ◆ Stoffe und ihre Eigenschaften
- ◆ Stoffe und ihre Teilchen (Basiskonzepte: Stoff-Teilchen-Konzept, Struktur-Eigenschafts-Konzept)
- ◆ Chemische Reaktionen (Basiskonzepte: Donator-Akzeptor-Konzept, Energiekonzept, Gleichgewichtskonzept)
- ◆ Ordnungsprinzipien
- ◆ Arbeitsweisen
- ◆ Umwelt und Gesellschaft

Die Leitlinien bilden die Basis für eine vertikale Vernetzung, stellen aber auch die Voraussetzungen für eine horizontale Vernetzung mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern dar.

Der Anwendungs- und Lebensbezug soll mit möglichst vielen Beispielen in den Vordergrund gerückt werden. Das Experiment nimmt im gesamten Chemieunterricht eine zentrale Stellung ein und wird in methodischen Varianten vermittelt und reflektiert. Ein vielseitiger und kreativer Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden soll die Selbsttätigkeit der Lernenden fördern und unterschiedliche Lernwege ermöglichen. Dabei steigern Anschauung, Lebensnähe und Erlebnishaftigkeit ihre Motivation.

Außerdem müssen Schülerinnen und Schüler sowohl durch die inhaltliche als auch die methodisch vielfältige Gestaltung des Unterrichts individuell und in gleichem Maße angesprochen und gefördert werden. Leistungen von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern in der Chemie sind sichtbar zu machen.

Für das Fach Chemie ist das Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden. Um die teilweise komplexen Zusammenhänge zu vermitteln, bedarf es einer guten Strukturierung und oftmals einer sorgfältig gewählten didaktischen Reduktion.

Grundlage bilden die in den EPA aufgelisteten **Themenbereiche**. Diese werden die entsprechenden Inhalte zugeordnet.

Die Entwicklung der in Ziffer 7.2.2 ausgewiesenen Kompetenzen soll innerhalb der im Folgenden aufgeführten Themenbereiche erfolgen. Die exemplarisch aufgeführten Inhalte sind so gewählt, dass dadurch eine fachliche Basiskompetenz entwickelt wird. In jeder Phase der inhaltlichen Erarbeitung ist eine möglichst umfassende Kompetenzorientierung anzustreben.

Dem Fach Chemie ist als Experimentalfach Rechnung zu tragen.

## **Themenbereiche**

### **Elektrische Energie und Chemie**

#### **Redoxreaktionen**

Schülerinnen und Schüler können

- an Redoxreaktionen in wässriger Lösung das Donator-Akzeptor Konzept erläutern
- mithilfe von Tabellen Reaktionsgleichungen zu Redoxreaktionen formulieren
- am Beispiel der Reaktion von Permanganat-Ionen mit Eisen(II)-Ionen die Besonderheit der Redoxreaktionen von Nebengruppenelementen erläutern

#### **Elektrochemische Prozesse**

Schülerinnen und Schüler können

- die Entstehung eines elektrochemischen Potentials erklären und Bedingungen für das Standardpotential beschreiben
- den Zusammenhang zwischen elektrochemischer Spannungsreihe, Elektrodenpotential und Redoxreaktion erläutern
- den Aufbau einer galvanischen Zelle beschreiben und die Funktion des Elektrolyten erkennen
- die Anode als Ort der Oxidation und die Kathode als Ort der Reduktion definieren
- eine galvanische Zelle im Modellversuch bauen und deren Funktion prüfen
- Potentialdifferenzen bei Standardbedingungen berechnen
- Aufbau und Wirkungsweise einer herkömmlichen Batterie und einer Brennstoffzelle erläutern
- die Funktionsweise wiederaufladbarer galvanischer Zellen am Beispiel des Bleiakкумуляtors darstellen
- mögliche Belastungen durch Batterien und Akkumulatoren für die Umwelt diskutieren
- Korrosion als elektrochemischen Prozess beschreiben
- die wirtschaftliche Bedeutung des Korrosionsschutzes diskutieren
- eine Elektrolyse unter Anwendung des Donator-Akzeptor-Konzeptes erläutern
- Stoffmengen und elektrische Arbeit nach den Faraday-Gesetzen berechnen

## **Naturstoffe - Fette, Kohlenhydrate, Proteine, Nukleinsäuren**

Schülerinnen und Schüler können

- die Naturstoffgruppen Fette, Kohlenhydrate, Proteine und Nukleinsäuren an ihrer Molekülstruktur erkennen
- die Verknüpfung von Monomeren bei Kohlenhydraten und Proteinen darstellen und die dabei ablaufenden Reaktionsarten erkennen
- die Funktionen von Fetten, Kohlenhydraten, Proteinen und Nukleinsäuren in Lebewesen beschreiben
- Säurerest-Ionen von Fettsäuren als Tensid-Anionen mit entsprechender Wirkung beschreiben
- Regeln für eine gesunde, ausgewogene Ernährung ableiten
- Experimente zum Nachweis von Glucose, Stärke und Proteinen durchführen

## **Kunststoffe**

Schülerinnen und Schüler können

- Kunststoffe nach mechanischen und thermischen Eigenschaften und nach der Molekülstruktur typisieren
- erläutern, wie das Wissen um Strukturen und Eigenschaften von Monomeren und Polymeren zur Herstellung von Werkstoffen genutzt werden kann
- die Prinzipien der Polykondensation und Hydrolyse aus dem Themenbereich Naturstoffe auf die Bildung von Kunststoffen übertragen (z.B. Phenoplast als Aromat)
- das Prinzip der Polymerisation auf ein Beispiel anwenden
- Vorteile und Nachteile der Verwendung von Kunststoffen sowie deren Recycling diskutieren

## **Chemische Gleichgewichte**

### **Merkmale und technische Anwendung von Gleichgewichtsreaktionen**

Schülerinnen und Schüler können

- die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur, der Konzentration und dem Katalysator erklären
- an den Beispielen Ester-Gleichgewicht und Ammoniak-Synthese-Gleichgewicht die Bedingungen für die Einstellung eines dynamischen chemischen Gleichgewichts erklären
- das Massenwirkungsgesetz auf homogene Gleichgewichte anwenden
- das Prinzip von Le Chatelier auf verschiedene Gleichgewichtsreaktionen übertragen

- die gesellschaftliche Bedeutung und die technischen und energetischen Faktoren bei der Ammoniak-Synthese erläutern

## **Säure-Base-Gleichgewichte**

Schülerinnen und Schüler können

- Säuren und Basen nach Brönsted definieren
- Protolysen mithilfe von Reaktionsgleichungen als Gleichgewichtsreaktionen beschreiben
- den pH-Wert definieren und pH-Werte für je eine starke und schwache Säure und Base mit dem einfachen Näherungsverfahren berechnen
- die Bedeutung von Puffern erläutern
- Experiment zur Titration durchführen und die Konzentration der Probelösung ermitteln

## 5 Curriculum für das Fach Physik in der Qualifikationsphase

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase basiert auf den Eingangsvoraussetzungen der drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik.

### 5.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase leistet seinen Beitrag zur vertieften Allgemeinbildung: Er umfasst fachlich-inhaltliche, methodisch-strategische, sozial-kommunikative und persönliche Dimensionen des Lernens.

Hierfür basiert die Physik in der Oberstufe des Gymnasiums auf vier Säulen:

- ◆ Experiment
- ◆ Modellbildung
- ◆ Anwendung
- ◆ Aspekte der Weltbetrachtung

Grundlage der Naturforschung sind prinzipiell das Experiment und die exakte Beobachtung von Naturvorgängen. Im Unterricht ist dafür angemessener Raum einzuräumen. Die Schülerinnen und Schüler müssen im Unterricht und außerhalb experimentieren sowie beobachten, Beobachtungen und Ergebnisse erfassen sowie auswerten. Darüber hinaus sollen selbstständig Experimente geplant und durchgeführt werden, wozu auch eine Messfehlerbetrachtung gehört.

Eine wesentliche Denkebene der Physik neben der Ebene der Phänomene ist die Ebene der physikalischen Modelle. Das Denken in Modellen muss immer wieder trainiert werden. Grenzen und Geltungsbereich der Modelle sind zentrale Aspekte der Auseinandersetzung mit der Physik.

Moderner Physikunterricht kann nicht auskommen ohne die Tatsache, dass experimentelle Ergebnisse sowie etablierte physikalische Modelle auf technische Anwendungen bezogen werden und umgekehrt.

Da die heutige Physik in vieler Hinsicht weit über Alltagserfahrungen hinausgeht und teilweise scheinbar paradoxe Ergebnisse liefert, ist die philosophische Komponente der Physik nicht zu vernachlässigen.

Die Themen sollen den Wissensaufbau gewährleisten und damit eine vertikale Vernetzung bilden. Gleichzeitig bildet die Bereitstellung von Fachbegriffen für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer die Basis für eine horizontale Vernetzung.

Um die teilweise komplexen Zusammenhänge zu vermitteln, bedarf es einer guten Strukturierung und oftmals einer sorgfältig gewählten didaktischen Reduktion. Die Physiklehrkräfte ergänzen die angegebenen Themen durch Themen aus dem Schulcurriculum und eigene Schwerpunkte so, dass ein geschlossener Unterrichtsgang entsteht. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen, selbstverantwortlichem und handlungsorientierten Arbeiten, Teamarbeit, sozialer Kompetenz, Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit. Bilinguale Elemente können vor allem an Deutschen Auslandsschulen eine starke Rolle spielen. Durch die Vermittlung physikalischer Inhalte und Kompetenzen werden die Schülerinnen und Schüler auf ein Leben in einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Welt vorbereitet.

## 5.2 Curriculum

In der Qualifikationsphase gewinnen die wachsende Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler, das zielorientierte und bewusste Arbeiten, das gewachsene Problembewusstsein und das vertiefte Urteilsvermögen zunehmend an Bedeutung. In den Klassenstufen 11 und 12 erwerben die Schülerinnen und Schüler einen Kompetenzzuwachs vor allem qualitativer Art. Dies bedeutet, dass die im Unterricht der vorangegangenen Schuljahre erworbenen Kompetenzen stärker ausgeprägt und bewusst vernetzt werden, um dem Anspruch an eine wissenschaftspropädeutische Bildung gerecht zu werden.

Im Sinne des Lernkompetenzmodells sind Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz als Elemente zu betrachten, die miteinander verflochten sind.

### Sachkompetenz

Die Entwicklung der Sachkompetenz erfordert Fachwissen unter besonderer Berücksichtigung grundlegender physikalischer Modelle wie dem *Wellenmodell*, dem *Modell des Massenpunkts*, dem *Feldbegriff* etc. Das strukturiert erworbene Fachwissen schafft Voraussetzungen für anwendungsbezogene Kenntnisse und sicheres Reflexions- und Urteilsvermögen.

### Methodenkompetenz

Der Methodenkompetenz sind die Schwerpunkte *Methoden*, *Kommunikation* und *Reflexion* zugeordnet:

**Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden:** Die Analyse komplexer naturwissenschaftlicher Phänomene, das Verstehen naturwissenschaftlicher Sachverhalte und die Auseinandersetzung mit Erkenntnissen bzw. deren Anwendungen beinhaltet die folgenden Komponenten:

- Beobachtung physikalischer Phänomene und Vorgänge sowie Erkennen von Fragestellungen, die auf physikalische Kenntnisse und Untersuchungen zurückführbar sind
- Planen und Durchführen von komplexeren qualitativen und quantitativen Experimenten und Untersuchungen unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten
- Herstellen von Zusammenhängen zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen
- Diskussion erkenntnistheoretischer Fragen

**Kommunikation:** Kommunikation umfasst das Aufnehmen und Einordnen von Informationen sowie das angemessene Dokumentieren, Präsentieren und Diskutieren von Ergebnissen und Erkenntnissen in unterschiedlichen Kommunikationssituationen unter Verwendung der spezifischen Fachsprache. Hierzu gehört auch der sinnvolle Umgang mit modernen Medien, der im Unterricht Anwendung findet.

**Reflexion:** Sachgerechtes und sachkritisches Urteilen, Entscheiden und Handeln im individuellen und gesellschaftlichen Bereich ist von physikalisch-naturwissenschaftlichen Fachkenntnissen abhängig. Daraus resultiert die Bedeutung der Reflexionsfähigkeit. Reflektieren verlangt solide fachspezifische und fachübergreifende Kompetenzen. Folgende Komponenten finden Berücksichtigung:

- Beurteilung und Bewertung empirischer Ergebnisse und Modelle hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten
- Urteilsvermögen auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe
- Stellung beziehen zu gesellschaftlich relevanten Fragen unter physikalischer Perspektive
- Kritische Reflexion der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden
- Nutzung physikalischer Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge
- Analysieren und Systematisieren durch kriteriengeleitetes Vergleichen

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Selbst- und Sozialkompetenz zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, den eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstständig zu gestalten sowie Leistungen und Verhalten zu reflektieren.

Schülerinnen und Schüler müssen in der Bereitschaft und Fähigkeit trainiert werden, im Team zu lernen und zu arbeiten, angemessen miteinander zu kommunizieren und das Lernen und Arbeiten sowie das Sozialverhalten im Team zu reflektieren.

## **Themenbereiche**

### **Felder und Wechselwirkungen**

#### **Elektrisches Feld**

Schülerinnen und Schüler können

- elektrische Felder quantitativ und durch Feldlinienbilder beschreiben
- Analogiebetrachtungen zum Gravitationsfeld durchführen
- das Coulombsche Gesetz interpretieren und anwenden
- die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld beschreiben
- Kondensatoren hinsichtlich ihrer Bauform und ihrer spezifischen Anwendungen mit Hilfe physikalischer Größen beschreiben
- die Kenngröße "Kapazität" eines Kondensators charakterisieren
- den Millikanversuch beschreiben und interpretieren
- Experimente zur Bestimmung elektrischer Größen selbstständig planen, durchführen und auswerten
- ausgewählte Gleichungen und Diagramme zur elektrischen Feldstärke und elektrischen Energie interpretieren und anwenden
- technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der elektrischen Felder erklären

#### **Magnetisches Feld**

Schülerinnen und Schüler können

- magnetische Felder quantitativ beschreiben
- die Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes bei Anwendungen nutzen
- die Ablenkung bewegter Ladungen im homogenen Magnetfeld mit Hilfe der Lorentzkraft erklären und unter speziellen Bedingungen berechnen



- technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der magnetischen Felder erklären
- die Kenngröße „Induktivität“ einer Spule charakterisieren und berechnen
- das Auftreten einer Induktionsspannung unter Verwendung des Induktionsgesetzes für vielfältige Anordnungen qualitativ erklären und quantitativ bestimmen

## Wellen und Teilchen

### Schwingungen und Wellen

Schülerinnen und Schüler können

- mit Hilfe von Kenngrößen, Diagrammen und Gleichungen den zeitlichen Ablauf harmonischer Schwingungen beschreiben und die betreffenden Gleichungen interpretieren
- für ausgewählte schwingungsfähige Systeme die Schwingungsdauer in Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen ermitteln und die entsprechenden Gleichungen interpretieren
- den Ablauf harmonischer Schwingungen und die Ausbreitung von Wellen mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes beschreiben, erklären und voraussagen
- bei erzwungenen Schwingungen den Zusammenhang zwischen Erregerfrequenz und Amplitude des Resonators qualitativ beschreiben
- die Wechselstromstärke und die Wechselspannung graphisch darstellen und zwischen Effektivwerten und Maximalwerten unterscheiden
- das Verhalten von Spule, Kondensator und ohmschem Widerstand im Gleich- und Wechselstromkreis beschreiben, vergleichen und erklären
- den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises beschreiben und seine Wirkungsweise erklären
- die Thomsonsche Schwingungsgleichung interpretieren
- das physikalische Phänomen der Welle unter Verwendung von Kenngrößen und Diagrammen beschreiben sowie Erscheinungen bei der Wellenausbreitung mit den für die Wellen charakteristischen Eigenschaften erklären
- den Aufbau des hertzschen Dipols als offenen Schwingkreis beschreiben und seine Wirkungsweise erklären
- Analogiebetrachtungen durchführen zwischen
  - Schwingungen und Wellen
  - mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen
  - mechanischen und elektromagnetischen Wellen
- Experimente zur Bestimmung von mechanischen und elektrischen Größen selbstständig durchführen und auswerten

## **Wellenoptik**

Schülerinnen und Schüler können

- die Notwendigkeit der Einführung des Wellenmodells für das Licht am Beispiel der Dispersion begründen
- Beugungs- und Interferenzerscheinungen am Doppelspalt beschreiben und erklären
- die Gleichungen zur Berechnung von Beugungs- und Interferenzerscheinungen beim Berechnen von Wellenlängen und Gitterkonstanten sowie der spektralen Lichtzerlegung anwenden
- die Farben des sichtbaren Bereiches und weitere Wellenlängenbereiche des Lichtes in das elektromagnetische Spektrum einordnen
- den Begriff Polarisation erklären

## **Quantenphysik**

Mit der Quantenphysik des Lichts und der Quantenphysik des Elektrons gewinnen die Schülerinnen und Schüler Einblicke in Grundlagen von Theorien, die das heutige physikalische Weltbild bestimmen.

Schülerinnen und Schüler können

- den äußeren lichtelektrischen Effekt beschreiben und ihn aus der Sicht der klassischen Wellentheorie und der Quantentheorie deuten
- Widersprüche zwischen den Beobachtungen beim äußeren lichtelektrischen Effekt und den Grundlagen des Wellenmodells erläutern
- die Einsteingleichung und ihre graphische Darstellung interpretieren und mit ihrer Hilfe das Plancksche Wirkungsquantum als universelle Naturkonstante sowie Energiebeträge und Ablösearbeiten bestimmen
- Licht und Elektronen sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften zuordnen
- die Unbestimmtheitsrelation deuten
- das stochastische Verhalten quantenphysikalischer Objekte erklären

## **Physik der Atomhülle und des Atomkerns**

### **Physik der Atomhülle**

Schülerinnen und Schüler können

- den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben und die Grundüberlegungen wiedergeben, die zum Rutherford'schen Atommodell führen
- einfache quantenmechanische Modelle erläutern

- die quantenhafte Emission von Licht in einen Zusammenhang mit der Strukturvorstellung der Atomhülle bringen
- das Linienspektrum des Wasserstoffatoms und dessen Beschreibung durch Balmer erklären und Berechnungen mit dem Energieniveauschema durchführen
- die Bohrschen Postulate benennen und das Bohrsche Atommodell erklären
- den Franck-Hertz-Versuch beschreiben und interpretieren
- einen Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Atomhülle und dem Periodensystem herstellen
- die Erzeugung von Röntgenstrahlen erklären und Beispiele für Anwendungen und Gefahren erläutern

## **Physik des Atomkerns**

Schülerinnen und Schüler können

- radioaktive Strahlung in Zusammenhang mit Kernzerfällen bringen und wichtige und typische Kernzerfälle erläutern
- einen Überblick über die biologische Wirkung radioaktiver Strahlung geben und Maßnahmen des Strahlenschutzes erläutern
- ausgehend von den Kernkräften und der Kernbindungsenergie die Stabilität der Atomkerne und die Erzeugung von Energie durch Kernspaltung und Fusion erklären. Hierzu können die Schülerinnen und Schüler den Begriff Massendefekt in einen Zusammenhang bringen
- einen Überblick über Leptonen, Hadronen und Quarks geben
- einen Überblick über die technische Realisierung der Energiegewinnung durch Kernspaltung und ihrer Randbedingungen und Gefahren geben

## Glossar

*Dieses Glossar soll die Arbeit mit dem vorliegenden Curriculum erleichtern und zur verbindlichen Klärung der darin verwendeten Begriffe beitragen.*

### Curriculum

Unter *Curriculum* ist das Gesamtwerk zu verstehen, das die verpflichtenden von den Schülerinnen und Schülern zu erwerbenden *Kompetenzen* ausweist. Es gibt im *Kerncurriculum* Inhalte an, an denen die entsprechenden *Kompetenzen* erworben werden können.

### Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen (GeR)

Siehe unter <http://www.goethe.de/z/50/commeuro/> sowie direkt für die Referenzniveaus unter <http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Niveauekonkretisierung/Gym/E>.

### Kerncurriculum

Das *Kerncurriculum* umfasst die in diesem *Curriculum* ausgewiesenen *Kompetenzen* und Inhalte, die den Aufgaben in der Abiturprüfung zugrunde liegen. Sie können in circa 2/3 der Unterrichtszeit erworben werden.

Sofern in bestimmten Kompetenzbereichen keine verpflichtenden Inhalte vorgegeben sind, muss jede Schule bzw. Fachschaft solche Inhalte festlegen, die unter den Standortbedingungen der Schule geeignet sind, die geforderten *Kompetenzen* zu erreichen. Das *Kerncurriculum* bildet die Basis für das *Schulcurriculum*.

### Kompetenzorientierung

*Kompetenz* drückt nach Klieme aus, „dass die Bildungsstandards – anders als Lehrpläne und Rahmenrichtlinien – nicht auf Listen von Lehrstoffen und Lerninhalten zurückgreifen, um Bildungsziele zu konkretisieren. Es geht vielmehr darum, Grunddimensionen der Lernentwicklung in einem Gegenstandsbereich (einer „Domäne“, wie Wissenspsychologen sagen, einem Lernbereich oder einem Fach) zu identifizieren. Kompetenzen spiegeln die grundlegenden Handlungsanforderungen, denen Schülerinnen und Schüler in der Domäne ausgesetzt sind.“<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Klieme, E. u.a.: Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards, herausgegeben vom Ministerium für Bildung und Forschung 2003, S. 21 f. oder unter: [www.bmbf.de/pub/zur\\_entwicklung\\_nationaler\\_bildungsstandards.pdf](http://www.bmbf.de/pub/zur_entwicklung_nationaler_bildungsstandards.pdf)

## Kompetenz

Franz E. Weinert definiert *Kompetenzen* als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen [die willentliche Steuerung von Handlungen und Handlungsabsichten] und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.<sup>3</sup>

## Output-Steuerung

*Output-Steuerung* ist die didaktische Konsequenz aus Bildungsstandards und Kompetenzorientierung. Sie zeigt, was die Schülerinnen und Schüler am Ende eines Zeitabschnitts (hier: Abiturprüfung) tatsächlich können sollen. *Output-Orientierung* steht im Gegensatz zur Input-Orientierung bisheriger Lehrpläne, die festlegten, welche Inhalte von den Lehrkräften gelehrt werden sollten.

## Qualifikationsphase

Die beiden letzten zur Abiturprüfung führenden Schuljahre der gymnasialen Oberstufe an den Deutschen Schulen im Ausland. Das drittletzte Schuljahr vor der Abiturprüfung stellt die Einführungsphase dar.

## Schulcurriculum

Das *Schulcurriculum* vertieft und erweitert das *Kerncurriculum*. Das *Schulcurriculum* ermöglicht der Auslandsschule ein umfeldbezogenes Arbeiten. Es nimmt das Leitbild der Schule auf und trägt zur Profilierung der Schule bei.

Die mündlichen Aufgaben der Reifeprüfung berücksichtigen die Teile des *Schulcurriculums*, die über das *Kerncurriculum* hinausgehen.

## Standards

Auch Bildungsstandards genannt. *Standards* legen Kompetenzen fest, die zu einem bestimmten Zeitpunkt (hier: Abiturprüfung) von allen Schülerinnen und Schülern erworben sein sollen.

*Standards* bedürfen zur Darstellung der Leistungserwartung exemplarischer Musteraufgaben. Längerfristig sind empirisch abgesicherte Kompetenzstufen des Instituts zur Qualitätssicherung im Bildungswesen (IQB) zu erwarten.

Die einzelnen Schulen bzw. Fachschaften legen fest, anhand welcher Inhalte die in *Standards* formulierten *Kompetenzen* erreicht werden sollen.

---

<sup>3</sup> Franz E. Weinert: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit; in: Weinert (Hg.): Leistungsmessung in Schulen, Weinheim, Basel 2001, S. 27ff.