



Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe

BILDUNGSLAND
Hessen 

BIOLOGIE
Ausgabe 2016

Impressum

Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden
Tel.: 0611 368-0
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: poststelle.hkm@kultus.hessen.de
Internet: www.kultusministerium.hessen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Die gymnasiale Oberstufe	4
1.1	Lernen in der gymnasialen Oberstufe	4
1.2	Strukturelemente des Kerncurriculums	6
1.3	Überfachliche Kompetenzen	7
2	Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches	10
2.1	Beitrag des Faches zur Bildung	10
2.2	Kompetenzmodell	11
2.3	Kompetenzbereiche	12
2.4	Strukturierung der Fachinhalte	14
3	Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	18
3.1	Einführende Erläuterungen	18
3.2	Bildungsstandards	19
3.3	Kurshalbjahre und Themenfelder	23

Hinweis: Anregungen zur Umsetzung des Kerncurriculums im Unterricht sowie weitere Materialien abrufbar im Internet unter: www.kerncurriculum.hessen.de

1 Die gymnasiale Oberstufe

1.1 Lernen in der gymnasialen Oberstufe

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe ist die Allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt, aber auch den Weg in eine berufliche Ausbildung ermöglicht. Lernende, die die gymnasiale Oberstufe besuchen, wollen auf die damit verbundenen Anforderungen vorbereitet sein. Erwarten können sie daher einen Unterricht, der sie dazu befähigt, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der Zukunft zu stellen und orientierende Antworten zu finden. Sie erwarten Lernangebote, die in sinnstiftende Zusammenhänge eingebettet sind, in einem verbindlichen Rahmen eigene Schwerpunktsetzungen ermöglichen und Raum für selbstständiges Arbeiten schaffen. Mit diesem berechtigten Anspruch geht die Verpflichtung der Lernenden einher, die gebotenen Lerngelegenheiten in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende Standards reduziert, vielmehr kann Bildung Lernende dazu befähigen, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst und resilient, kritisch-reflexiv und engagiert, neugierig und forschend, kreativ und genussfähig ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern.

Für die Lernenden stellt die gymnasiale Oberstufe ein wichtiges Bindeglied dar zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen, wie es mit der Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen zielt der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe auf eine vertiefte Allgemeinbildung, eine allgemeine Studierfähigkeit sowie eine fachlich fundierte wissenschaftspropädeutische Bildung. Dabei gilt es in besonderem Maße, die Potenziale der Jugendlichen zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit die jungen Erwachsenen selbstbewusste, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihre individuellen Bildungs- und Berufswege treffen können. Gleichermaßen bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse – den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden. Auf diese Weise nimmt die gymnasiale Oberstufe den ihr in den §§ 2 und 3 des Hessischen Schulgesetzes (HSchG) aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Im Sinne konsistenter Bildungsbemühungen knüpft das Lernen in der gymnasialen Oberstufe an die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I an und differenziert sie weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung bzw. Erweiterung von Sprachkompetenz, verstanden als das Beherrschen kulturell bedeutsamer Zeichensysteme. Der Unterricht fördert Team- und Kommunikationsfähigkeit, lernstrategische und wissenschaftspropädeutische Fähigkeiten und Fertigkeiten, um zunehmend selbstständig lernen zu können, sowie die Fähigkeit, das eigene Denken und Handeln zu reflektieren. Ein breites, in sich gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen hilft dabei, unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen. Daraus leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe ab. Diese spiegeln sich in den Aktivitäten der Lernenden, wenn sie

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

- sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Gegenständen und Fragestellungen zentraler Wissensdomänen auseinandersetzen,
- wissenschaftlich geprägte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen nutzen,
- Inhalte und Methoden kritisch reflektieren sowie Erkenntnisse und Erkenntnisweisen auswerten und bewerten,
- in kommunikativen Prozessen sowohl aus der Perspektive aufgeklärter Laien als auch aus der Expertenperspektive agieren.

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Bildungsprozesse zielen so auf die reflexive Beschäftigung mit verschiedenen „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“, für die – in flexibler bzw. mehrfacher Zuordnung – jeweils bestimmte Unterrichtsfächer und ihre Bezugswissenschaften stehen. Folgende vier Modi werden als orientierende Grundlage angesehen:

- (1) kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften)
- (2) ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (Sprache / Literatur, Musik / bildende und theatrale Kunst / physische Expression)
- (3) normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht)
- (4) deskriptiv-exploratorische Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (Religion, Ethik, Philosophie)

Diese vier Modi folgen keiner Hierarchie und können einander nicht ersetzen. Jeder Modus bietet eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Lehr-Lern-Prozesse initiieren die reflexive Begegnung mit diesen unterschiedlichen, sich ergänzenden Zugängen, womit das Ziel verbunden ist, den Lernenden Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit zu eröffnen.

In der Verschränkung mit den o. g. Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten bilden diese vier Modi die Grundstruktur der Allgemeinbildung und geben damit einen Orientierungsrahmen für die schulische Bildung. Darauf gründen die Bildungsstandards, die am Ende der gymnasialen Oberstufe zu erreichen sind und als Grundlage für die Abiturprüfung dienen. Mit deren Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre fundierten Fachkenntnisse und Kompetenzen in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständlich nutzen können.

In der Realisierung eines diesem Verständnis folgenden Bildungsanspruchs verbinden sich zum einen Erwartungen der Schule an die Lernenden, zum anderen aber auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommt die Aufgabe zu,

- Lernende darin zu unterstützen, sich aktiv und selbstbestimmt die Welt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen Modi der Weltbegegnung und Welterschließung zu beschäftigen,
- Lernende mit Respekt, Geduld und Offenheit sowie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt mit Herausforderun-

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

gen wie fortschreitender Technisierung, beschleunigtem globalen Wandel, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität, diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,

- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen; dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen; das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren; sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn Lernende sich mit komplexen und herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösen erfordern, auseinandersetzen, wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmensetzungen Ziele zu setzen und damit an der Gestaltung des Unterrichts aktiv mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erproben und erlernen können. Es bedarf der Bereitstellung einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekanntes Wissens, in der die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, aber auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen ermöglichen.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe formuliert Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für die Prüfungen im Rahmen des Landesabiturs. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar. Das Kerncurriculum ist in mehrfacher Hinsicht anschlussfähig: Es nimmt zum einen die Vorgaben in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) und den Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.10.2012 zu den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Deutsch und Mathematik sowie in der fortgeführten Fremdsprache (Englisch, Französisch) auf. Zum anderen setzt sich in Anlage und Aufbau des Kerncurriculums die Kompetenzorientierung, wie bereits im Kerncurriculum für die Sekundarstufe I umgesetzt, konsequent fort – modifiziert in Darstellungsformat und Präzisionsgrad der verbindlichen inhaltlichen Vorgaben gemäß den Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept der gymnasialen Oberstufe in Hessen, wie in Abschnitt 1.1 gekennzeichnet, bildet den Legitimationszusammenhang für das auf den Erwerb

von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit seinen curricularen Festlegungen. Dies spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

Überfachliche Kompetenzen (Abschn. 1.3): Bildung, verstanden als sozialer Prozess fortwährender Selbstbildung und Selbsterziehung, zielt auf fachlichen und überfachlichen Kompetenzerwerb gleichermaßen. Daher sind im Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe neben den fachlichen Leistungserwartungen zunächst die wesentlichen Dimensionen und Aspekte überfachlicher Kompetenzentwicklung beschrieben.

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches (Abschn. 2): Der „Beitrag des Faches zur Bildung“ (Abschn. 2.1) beschreibt den Bildungsanspruch und die wesentlichen Bildungsziele des Faches. Dies spiegelt sich in den Kompetenzbereichen (Abschn. 2.2 bzw. Abschn. 2.3 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) und der Strukturierung der Fachinhalte (Abschn. 2.3 bzw. Abschn. 2.4 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) wider. Die didaktischen Grundlagen, durch den Bildungsbeitrag fundiert, bilden ihrerseits die Bezugsfolie für die Konkretisierung in Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte.

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Abschn. 3): Bildungsstandards weisen die Erwartungen an das fachbezogene Können der Lernenden am Ende der gymnasialen Oberstufe aus (Abschn. 3.2). Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer bzw. das Nutzen von Wissen für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen. In den vier Fächern, für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.10.2012) vorliegen, werden diese i. d. R. wörtlich übernommen.

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und repräsentativen Lerninhalten und Themen, deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten fachlichen Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils bestimmter Kompetenzen aus i. d. R. unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen erarbeitet werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in unmittelbarer Nähe zu den Bildungsstandards in Form verbindlicher Themen der Kurshalbjahre, gegliedert nach Themenfeldern, ausgewiesen (Abschn. 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder finden sich im einleitenden Text zu Abschnitt 3.3 sowie in jedem Kurshalbjahr. Die Thematik eines Kurshalbjahres wird jeweils in einem einführenden Text skizziert und begründet. Im Sinne eines Leitgedankens stellt er die einzelnen Themenfelder in einen inhaltlichen Zusammenhang und zeigt Schwerpunktsetzungen für die Kompetenzanbahnung auf. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches, um einen strukturierten und systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe ein Studium oder eine Berufsausbildung beginnen und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich meistern wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu – nur in der Verknüpfung mit personalen und sozialen Kompetenzen kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

Daher liegt es in der Verantwortung aller Fächer, dass Lernende im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht ihre überfachlichen Kompetenzen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessenorientierte sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung. Dabei kommt den Fächern Politik und Wirtschaft sowie Deutsch als „Kernfächer“ eine besondere Verantwortung zu, Lernangebote bereitzustellen, die den Lernenden die Möglichkeit eröffnen, ihre Interessen und Neigungen zu entdecken und die gewonnenen Informationen mit Blick auf ihre Ziele zu nutzen.

Überfachliche Kompetenzen umspannen ein weites Spektrum: Es handelt sich dabei um Fähigkeiten und Fertigkeiten genauso wie um Haltungen und Einstellungen. Mit ihnen stehen kulturelle Werkzeuge zur Verfügung, in denen sich auch normative Ansprüche widerspiegeln.

Im Folgenden werden die anzustrebenden überfachlichen Kompetenzen in sich ergänzenden und ineinandergreifenden gleichrangigen Dimensionen beschrieben:

Soziale Kompetenzen: sich verständigen und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und lösen; andere Perspektiven einnehmen; von Empathie geleitet handeln; sich durchsetzen; Toleranz üben; Zivilcourage zeigen: sich einmischen und in zentralen Fragen das Miteinander betreffend Stellung beziehen

Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; widerstandsfähig und widerständig sein; mit Irritationen umgehen; Dissonanzen aushalten; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für eigene Körperlichkeit und psychische Verfasstheit

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (*literacy*): Verkehrssprache, Mathematik, Fremdsprachen, Naturwissenschaften, symbolisch-analoges Sprechen (wie etwa in religiösen Kontexten), Ästhetik, Informations- und Kommunikationstechnologien; sich in den unterschiedlichen Symbol- und Zeichengefügen ausdrücken und verständigen; Übersetzungsleistungen erbringen: Verständigung zwischen unterschiedlichen Sprachniveaus und Zeichensystemen ermöglichen

Wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: fachliches Wissen nutzen und bewerten; die Perspektivität fachlichen Wissens reflektieren; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen; Verständigung zwischen Laien und Experten initiieren und praktizieren; auf einem entwickelten / gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen

Selbstregulationskompetenzen: Wissen unter Nutzung von Methoden der Selbstregulation erwerben; Lernstrategien sowohl der Zielsetzung und Zielbindung als auch der Selbstbeobachtung (*self-monitoring*) anwenden; Probleme im Lernprozess wahrnehmen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln; eine positive Fehler-Kultur aufbauen; mit Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren

Involvement: sich (auf etwas) einlassen; für eine Sache fiebern; sich motiviert fühlen und andere motivieren; von epistemischer Neugier geleitete Fragen formulieren; sich vertiefen, etwas herausbekommen, einer Sache / Fragestellung auf den Grund gehen; etwas vollenden; (etwas) durchhalten; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren)

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

Wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; friedliche Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung praktizieren, ethische Normen sowie kulturelle und religiöse Werte kennen, reflektieren und auf dieser Grundlage eine Orientierung für das eigene Handeln gewinnen; demokratische Normen und Werthaltungen im Sinne einer historischen Welt-sicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln

Interkulturelle Kompetenz (im Sinne des Stiftens kultureller Kohärenz): Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei und im Handeln reflektiert begegnen; sich kulturell unterschiedlich geprägter Identitäten, einschließlich der eigenen, bewusst sein; die unverletzlichen und unveräußerlichen Menschenrechte achten und sich an den wesentlichen Traditionen der Aufklärung orientieren; wechselnde kulturelle Perspektiven einnehmen, empathisch und offen das Andere erleben; Ambiguitätstoleranz üben

Mit Blick auf gesellschaftliche Entwicklungen und die vielfältigen damit verbundenen Herausforderungen für junge Erwachsene zielt der Erwerb fachlicher und überfachlicher Kompetenzen insbesondere auf die folgenden drei Dimensionen, die von übergreifender Bedeutung sind:

Demokratie und Teilhabe / zivilgesellschaftliches Engagement: sozial handeln, politische Verantwortung übernehmen; Rechte und Pflichten in der Gesellschaft wahrnehmen; sich einmischen, mitentscheiden und mitgestalten; sich persönlich für das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter / Generationen / sozialen Gruppierungen reflektieren; Innovationspotenzial zur Lösung gesellschaftlicher Probleme des sozialen Miteinanders entfalten und einsetzen; entsprechende Kriterien des Wünschenswerten und Machbaren differenziert bedenken

Nachhaltigkeit / Lernen in globalen Zusammenhängen: globale Zusammenhänge bezogen auf ökologische, soziale und ökonomische Fragestellungen wahrnehmen, analysieren und darüber urteilen; Rückschlüsse auf das eigene Handeln ziehen; sich mit den Fragen, die im Zusammenhang des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aufgeworfen werden, auseinandersetzen; sich dem Diskurs zur nachhaltigen Entwicklung stellen, sich für nachhaltige Entwicklung engagieren

Selbstbestimmtes Leben in der mediatisierten Welt: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; den medialen Einfluss auf Alltag und soziale Beziehungen sowie Kultur und Politik wahrnehmen, analysieren und beurteilen, damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren und auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln; einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren; in der mediatisierten Welt eigene Interessen und Bedürfnisse wahrnehmen

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches

2.1 Beitrag des Faches zur Bildung

Die naturwissenschaftlichen Fächer befassen sich mit der kognitiv-instrumentellen Modellierung der Welt als einem Modus der Weltbegegnung und des Weltverstehens (vgl. Abschn. 1.1). Sie umfassen damit die empirisch erfassbare, in formalen Strukturen beschreibbare und durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaftliche Bildung gehört zu den konstitutiven Bestandteilen unserer Kultur und umfasst grundlegende und spezifische Denkstrukturen und Sichtweisen, die eine differenzierte Betrachtung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen ermöglicht. Sie befähigt die Lernenden, ihre Umwelt in einer naturwissenschaftlichen Perspektive zu erschließen und in ihr reflektiert zu handeln. Naturwissenschaftliche Bildung ist daher eine Voraussetzung für die aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung. Sie leistet einen essentiellen Beitrag für die persönliche Entwicklung des Einzelnen und kann anschlussfähige Grundlagen für ein berufs- bzw. studiumbezogenes Lernen sowie Perspektiven für den späteren Werdegang eröffnen. In der gymnasialen Oberstufe beinhaltet die naturwissenschaftliche Bildung das Verständnis für den Vorgang der Abstraktion und Idealisierung, die Fähigkeit zu empirisch begründeten Schlussfolgerungen, eine Sicherheit im Umgang mit Kalkülen, Einsichten in die Mathematisierung von Sachverhalten und die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur sowie das Verständnis naturwissenschaftlicher Theorien in ihrer Funktion der Beschreibung und Erklärung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge.

Die Erkenntnisse der Biologie und ihrer Teildisziplinen tragen substantiell zur nachhaltigen Lösung von Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben in den Bereichen Gesundheit, Ernährung, Reproduktionsmedizin, Energieversorgung und Umweltschutz bei. Die vielfältigen Möglichkeiten der technischen Anwendung biologischer Erkenntnisse haben zur Entwicklung von wirtschaftlich bedeutsamen Industrien vor allem im Bereich der Biotechnologie geführt. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die Bedeutung der Biologie im gesellschaftlichen Diskurs grundlegende ethische Fragestellungen in Bezug auf individuelle, soziale und globale Probleme berührt.

Fachwissenschaftliche Erkenntnisse aus dem Bereich Biologie und ihre Nutzungsmöglichkeiten stellen gesellschaftliche Herausforderungen dar. Sie müssen für eine breite Öffentlichkeit durchschaubar und verständlich zugänglich sein. Entsprechende Grundkenntnisse gehören daher zum Allgemeinwissen.

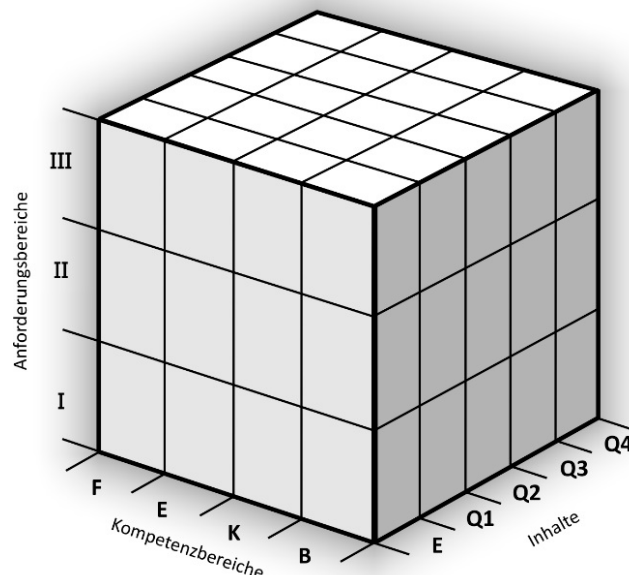
In Bezug auf gesellschaftliche und politische Weichenstellungen, die die oben genannten Lebensbereiche betreffen, schafft das Fach Biologie nötige Grundlagen für die Allgemeinbildung und die Lebensplanung der Lernenden. In diesem Sinne ist es Ziel des Biologieunterrichts, Fachwissen zu vermitteln und Kompetenzen zu fördern, die in Alltagskontexte eingebunden und als Basiswissen anschlussfähig für Studium und Beruf sind.

Der Biologieunterricht zielt ausgehend von den in Themenfeldern strukturierten zentralen biologischen Fachinhalten auf die Förderung des Denkens in Funktionszusammenhängen, vernetzten Systemen und in Entwicklungsprozessen.

2.2 Kompetenzmodell

Das Kompetenzmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern umfasst wesentliche Kernbereiche der fachspezifischen Unterrichtsgegenstände und unterstützt die Übersetzung von Bildungszielen in Unterrichtsvorhaben und in Aufgabenstellungen für Prüfungen. Es stellt somit ein Bindeglied zwischen Bildungszielen und Aufgaben im Unterricht bzw. in Prüfungssituationen dar. Die Unterscheidung von drei Dimensionen ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich. Im Kompetenzmodell der naturwissenschaftlichen Fächer wird unterschieden zwischen

- den **Kompetenzbereichen** (Abschn. 2.3 und 3.2), die wesentliche Bereiche naturwissenschaftsbezogenen Arbeitens und Reflektierens beschreiben,
- den **Inhalten** (Abschn. 3.3), die sich auf spezifische inhaltliche Bereiche der jeweiligen Naturwissenschaft beziehen und in Themenfelder gegliedert sind, sowie
- den **Anforderungsbereichen**, die den kognitiven Anspruch an kompetenzbezogene Tätigkeiten ausweisen.



Kompetenzmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern

Die **Kompetenzbereiche** sind in Teilbereiche gegliedert (vgl. Abschn. 2.3). Für jeden Teilbereich werden abschlussbezogene Bildungsstandards in Form von Regelstandards (vgl. Abschn. 3.2) angegeben.

Die **Inhalte** sind in Themenfeldern gefasst, welche den inhaltlichen Kern der jeweiligen Kurshalbjahre (vgl. Abschn. 3.3) bilden. Für die Einführungsphase werden die Themen der beiden Kurshalbjahre zusammengefasst. Für die Qualifikationsphase sind die angegebenen Themen zeitlich konkreten Kurshalbjahren zugeordnet. Innerhalb der Themenfelder der Qualifikationsphase ist eine Niveaudifferenzierung in Grund- und Leistungskurs im Rahmen der inhaltlichen Angaben ausgewiesen. Zudem sind für die Kurshalbjahre verbindliche Bezüge zu den Basiskonzepten (vgl. Abschn. 2.4) herzustellen.

Die **Anforderungsbereiche** dienen dazu, den kognitiven Anspruch an kompetenzbezogene Tätigkeiten der Lernenden in Prüfungsaufgaben, wie z. B. in den mündlichen und schriftlichen Abiturprüfungen oder den schriftlichen Leistungsnachweisen, möglichst differenziert zu erfassen.

2.3 Kompetenzbereiche

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt in den Fächern Biologie, Chemie und Physik nach ähnlichen Prinzipien. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten in den Naturwissenschaften zu geben, sind die Kompetenzbereiche, ihre Teilbereiche und die zugehörigen Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik gleichlautend formuliert. Die Bildungsstandards sind fachspezifisch zu interpretieren. Vervollständigt und konkretisiert werden die Angaben daher ggf. durch weitere fachspezifische Beschreibungen in den Teilbereichen, die für das jeweilige Fach charakteristische Aspekte erfassen und somit das fachliche Profil verdeutlichen.

Ausrichtung und Benennung der Kompetenzbereiche und Teilbereiche greifen die Gliederung aus den Kerncurricula der naturwissenschaftlichen Fächer für die Sekundarstufe I¹ auf und entwickeln diese spezifisch für die gymnasiale Oberstufe weiter. Dabei werden die Vorgaben der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) für die Fächer Biologie, Chemie und Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004) zugrunde gelegt.

In der gymnasialen Oberstufe erfolgt der Kompetenzerwerb der Lernenden aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die in Abschnitt 3.2 aufgeführten Bildungsstandards (allgemeine fachliche Kompetenzen) sind abschlussbezogen formuliert. Damit Lernende diese verbindlichen Könnenserwartungen erfüllen können, ist der fachbezogene Kompetenzerwerb über die gesamte Lernzeit der gymnasialen Oberstufe zu fördern.

Insgesamt sind die Bildungsstandards so formuliert, dass sie bezüglich der konkreten Lerninhalte variabel interpretiert werden können. In Lern- und Prüfungssituationen ist die inhaltliche Anbindung der Kompetenzen entsprechend dem Kompetenzmodell (vgl. Abschn. 2.2) durch die ausgewiesenen Inhalte der Kurshalbjahre (vgl. Abschn. 3.3) gegeben.

Unterschiedliche Anforderungen in den Bildungsstandards für den Grundkurs und den Leistungskurs ergeben sich durch die in Abschnitt 3.3 genannten Aspekte und vertiefenden Inhalte in den Themenfeldern.

Es ist weder möglich noch beabsichtigt, die Bildungsstandards scharf voneinander abzugrenzen. Vielmehr ist es charakteristisch für naturwissenschaftliches Arbeiten, dass mehrere Kompetenzen im Verbund benötigt werden. Sie werden in ihrer Gesamtheit von den Lernenden in aktiver Auseinandersetzung mit vielfältigen fachlichen Inhalten erworben, welche in Abschnitt 3.3 für die Kurshalbjahre beschrieben sind und fachübergreifende sowie fächerverbindende Aspekte berücksichtigen.

Die folgende Tabelle stellt die in den naturwissenschaftlichen Fächern einheitlichen Kompetenzbereiche und Teilbereiche (diese mit Kennziffern versehen) im Überblick dar.

¹ Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I / Gymnasium. Biologie

Kompetenzbereiche	Teilbereiche	
Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse	F1	fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen
	F2	naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden
Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	E1	naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen, auswerten und Ergebnisse interpretieren
	E2	naturwissenschaftliche Modelle erarbeiten und in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden
	E3	den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplin charakterisieren
Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen	K1	Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen
	K2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren
	K3	fachlich kommunizieren und argumentieren
Bewertung und Reflexion	B1	fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten
	B2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vgl. § 7 Abs. 7 OAVO²). In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch, die Kompetenzbereiche der Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben, erfasst in Aufgabengebieten (vgl. § 6 Abs. 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergiemöglichkeiten ermittelt und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

² Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich z. B. in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend und unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen komplexere inhaltliche Zusammenhänge und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen der Fächer erarbeiten (vgl. Abschn. 1.3). Zum anderen können im Fachunterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eher benachbarte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.4 Strukturierung der Fachinhalte

Die Fachinhalte sind in Themen der Kurshalbjahre und Themenfelder strukturiert und nehmen Bezug auf Basiskonzepte. Basiskonzepte beschreiben themenverbindende, übergeordnete Regeln, Prinzipien und Erklärungsmuster, um vielfältige fachliche Sachverhalte sinnvoll einordnen und vernetzen zu können. Sie können einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive begünstigen. Mit ihrer Hilfe sind die Lernenden in der Lage, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen. Sie bieten den Lernenden eine Orientierung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen.

Die Basiskonzepte werden aus den einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004) übernommen. Sie sind anschlussfähig an die Basiskonzepte und Inhaltsfelder der Sekundarstufe I.³

Im Fach Biologie werden folgende Basiskonzepte unterschieden:

- **Struktur und Funktion**
- **Reproduktion**
- **Kompartimentierung**
- **Steuerung und Regelung**
- **Stoff- und Energieumwandlung**
- **Information und Kommunikation**
- **Variabilität und Anpasstheit**
- **Geschichte und Verwandtschaft**

Im folgenden Abschnitt werden die Basiskonzepte näher erläutert und neben einer fachlichen Beschreibung exemplarisch Anwendungssituationen aufgeführt. Weiterhin werden zu jedem Basiskonzept Kurshalbjahre benannt, in denen das jeweilige Basiskonzept vertiefend zu erarbeiten ist.

Insgesamt sollen die Basiskonzepte im Unterricht transparent und präsent sein, um ein tragfähiges Gerüst für Wissensnetze aufzubauen und bereitstellen zu können.

³ vgl. Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I / Gymnasium. Biologie

Biologie**gymnasiale Oberstufe****Struktur und Funktion**

Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis des Baus von Biomolekülen, der Funktion der Enzyme, der Organe und der Ökosysteme.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Zellen; Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen

Q1 – Von der DNA zum Protein

Q2 – Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung

Q3 – Neurobiologie

Reproduktion

Lebewesen sind fähig zur Reproduktion; damit verbunden ist die Weitergabe von Erbinformationen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der identischen Replikation der DNA, der Viren, der Mitose und der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Humanbiologische Aspekte der Zellbiologie

Q1 – Gene und Gentechnik; Humangenetik

Q4 – Evolutionsgedanken, Evolutionsmechanismen und die Entstehung neuer Arten

Kompartimentierung

Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Zellorganellen, der Organe und der Biosphäre.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Zellen

Q1 – Von der DNA zum Protein

Q2 – Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel; Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung

Q3 – Neurobiologie

Biologie**gymnasiale Oberstufe****Steuerung und Regelung**

Lebende Systeme halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren auf Veränderungen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Proteinbiosynthese, der hormonellen Regulation und der Populationsentwicklung.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen

Q1 – Von der DNA zum Protein

Q2 – Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel

Q3 – Neurobiologie; Verhaltensbiologie

Stoff- und Energieumwandlung

Lebewesen sind offene Systeme; diese sind gebunden an Stoff- und Energieumwandlungen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Fotosynthese, der Ernährung und der Stoffkreisläufe.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen

Q2 – Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung

Information und Kommunikation

Lebewesen nehmen Informationen auf, speichern und verarbeiten sie und kommunizieren.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Verschlüsselung von Information auf der Ebene der Makromoleküle, der Erregungsleitung, des Lernens und des Territorialverhaltens.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

Q1 – Von der DNA zum Protein

Q3 – Neurobiologie; Verhaltensbiologie

Variabilität und Anpasstheit

Lebewesen sind bezüglich Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Anpasstheit wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage der Variabilität bei Lebewesen sind Mutation, Rekombination und Modifikation.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Sichelzellanämie, der ökologischen Nische und der Artbildung.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

Q1 – Gene und Gentechnik

Q2 – Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel

Q4 – Evolutionsgedanken, Evolutionsmechanismen und die Entstehung neuer Arten

Geschichte und Verwandtschaft

Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Entstehung des Lebens, homologer Organe und der Herkunft des Menschen.

Schwerpunkte in den Themenfeldern:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Zellen

Q4 – Evolutionsgedanken, Evolutionsmechanismen und die Entstehung neuer Arten

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die am Ende der gymnasialen Oberstufe erwarteten fachlichen Kompetenzen in Form von Bildungsstandards, gegliedert nach Kompetenzbereichen (Abschn. 3.2), sowie die verbindlichen Unterrichtsinhalte (Abschn. 3.3), thematisch strukturiert in Kurshalbjahre und Themenfelder, aufgeführt. Diese sind durch verbindlich zu bearbeitende inhaltliche Aspekte konkretisiert und durch ergänzende Erläuterungen didaktisch fokussiert.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten die Bildungsstandards – je nach Schwerpunktsetzung – erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln sie in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Die Themenfelder bieten die Möglichkeit – im Rahmen der Unterrichtsplanung didaktisch-methodisch aufbereitet – jeweils in thematische Einheiten umgesetzt zu werden. Zugleich lassen sich, themenfeldübergreifend, inhaltliche Aspekte der Themenfelder, die innerhalb eines Kurshalbjahres vielfältig miteinander verschränkt sind und je nach Kontext auch aufeinander aufbauen können, in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen.

Themenfelder und inhaltliche Aspekte sind über die Kurshalbjahre hinweg so angeordnet, dass im Verlauf der Lernzeit – auch Kurshalbjahre übergreifend – immer wieder Bezüge zwischen den Themenfeldern hergestellt werden können. In diesem Zusammenhang bieten die Basiskonzepte (vgl. ausführliche Darstellung in Abschn. 2.4) Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen. In der Einführungsphase der naturwissenschaftlichen Fächer sind die Themenfelder zu einem Jahresthema zusammengefasst.

Die Bildungsstandards sind für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik gleichlautend formuliert. Dabei können die Orientierung gebenden Beschreibungen der Bildungsstandards fachspezifische Ergänzungen enthalten. Die Bildungsstandards sind nicht nach Kursen auf grundlegendem Niveau (Grund- und Leistungskurs) und auf erhöhtem Niveau (Leistungskurs) differenziert. In den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase werden die Fachinhalte nach grundlegendem Niveau (Grundkurs und Leistungskurs) und erhöhtem Niveau (Leistungskurs) unterschieden. Die jeweils fachbezogenen Anforderungen, die an Lernende in Grund- und Leistungskurs gestellt werden, unterscheiden sich wie folgt: „Grundkurse vermitteln grundlegende wissenschaftspropädeutische Kenntnisse und Einsichten in Stoffgebiete und Methoden, Leistungskurse exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Verständnis und erweiterte Kenntnisse“ (§ 8 Abs. 2 OAVO).

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

3.2 Bildungsstandards

Kompetenzbereich: Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse (F)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- F1** ■ Die Lernenden können fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen.

Die Lernenden erarbeiten Fachwissen und strukturieren dieses anhand fachspezifischer Basiskonzepte. Mit ihrer Hilfe erarbeiten sich die Lernenden Zugänge und Erklärungsmöglichkeiten zu Themen, Problemen und Fragestellungen und ordnen detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge ein. Dabei vernetzen sie fachliche, kurshalbjahresübergreifende und fachübergreifende Sachverhalte.

Im Fach Biologie erfassen, beschreiben und erläutern die Lernenden mithilfe von Basiskonzepten lebende Systeme der Erde in ihren Elementen, Systemebenen, Wechselwirkungen und ihrer Geschichte.

- F2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden.

Die Lernenden beschreiben und analysieren naturwissenschaftliche Sachverhalte und Probleme. Sie entwickeln problembezogene Lösungsstrategien und Erklärungen unter Einbezug von naturwissenschaftlichen Definitionen, Regeln, Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Theorien. Diese werden von ihnen auf Gültigkeit und Anwendbarkeit im konkreten Fall geprüft, als Grundlage für Prognosen genutzt und zur Klärung naturwissenschaftlicher Phänomene und Sachzusammenhänge herangezogen.

Kompetenzbereich: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (E)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- E1** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen, auswerten und Ergebnisse interpretieren.

Die Lernenden entwickeln Fragestellungen zu Phänomenen oder Vorgängen. Sie formulieren Hypothesen, planen Untersuchungen zu deren Prüfung oder vollziehen Untersuchungen nach. Dabei wählen sie geeignete Arbeitstechniken und Methoden aus, wenden diese an und beziehen qualitative und quantitative Aspekte mit ein. Vorliegende oder ermittelte Daten und Beobachtungen werten sie unter Beachtung möglicher Fehlerquellen aus. Sie protokollieren Untersuchungen sach- und fachgerecht.

Im Fach Biologie planen die Lernenden Untersuchungen und führen diese aus. Diese betreffen Fragestellungen, die sich auf unterschiedliche Organisationsebenen beziehen (z. B. Ebene der Moleküle, des Ökosystems). Die Untersuchungen umfassen dabei Labor- und Freilanduntersuchungen sowie das Nachvollziehen von authentischen Experimenten der Gegenwart und aus der Wissenschaftsgeschichte. In

ihrer Auswertung unterscheiden sie zwischen funktionaler und kausaler Betrachtungsweise. Zu den naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden gehört auch die ethologische Beobachtungsmethode mit entsprechenden Teilschritten.

- E2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Modelle erarbeiten und in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden.

Die Lernenden entwickeln Modelle bzw. verändern bestehende Modelle, um komplexe Sachverhalte darzustellen, Phänomene und Vorgänge zu erklären und naturwissenschaftliche Fragen zu untersuchen. Sie verwenden geeignete Modelle, um Prognosen in einem definierten Bereich abzuleiten und diese zu diskutieren. Weiterhin erläutern sie Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle und prüfen diese hinsichtlich ihrer Anwendungsbereiche und Grenzen.

Im Fach Biologie erschließen sich die Lernenden neue Sachverhalte und sichern deren Verständnis durch die Arbeit mit Modellen, welche Aussagen auf den verschiedenen Organisationsebenen, vom Molekül bis zum Ökosystem, zulassen.

- E3** ■ Die Lernenden können den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplin charakterisieren.

Die Lernenden hinterfragen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess sowie den Erkenntniswert naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden und Ergebnisse. Dabei betrachten sie die jeweiligen Untersuchungen kritisch. Dies schließt die jeweiligen Rahmenbedingungen für Forschung ein. Sie zeigen, dass naturwissenschaftliche Forschung auch von persönlichen Motiven und gesellschaftlichen Interessen geleitet ist. In diesem Zusammenhang reflektieren die Lernenden die Arbeits- bzw. Vorgehensweise in den Naturwissenschaften, die mit ihnen verbundene spezifische Weltansicht sowie den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Die Lernenden zeigen an Beispielen, dass sich aus Entdeckungen neue Fragen und Hypothesen ergeben können. Sie entwickeln ein Verständnis dafür, dass Modelle und Theorien immer auf dem Wissensstand ihrer Zeit beruhen und ständig aufgrund neuer Erkenntnisse überprüft und gegebenenfalls modifiziert werden müssen.

Kompetenzbereich: Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen (K)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- K1** ■ Die Lernenden können sich Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen.

Die Lernenden recherchieren zielgerichtet naturwissenschaftliche Sachverhalte. Dabei suchen und beschaffen sie sich Informationen aus geeigneten Quellen zu konkreten naturwissenschaftlichen Fragen, Problemen und Sachverhalten.

Die Lernenden untersuchen Quellen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Beantwortung der Ausgangsfrage auf Glaubwürdigkeit und Plausibilität.

Informationen aus Quellen werten die Lernenden aus und verknüpfen diese zielgerichtet. Dabei überarbeiten und strukturieren sie Informationen, um sie gezielt weiter nutzen zu können. Dies schließt auch den Vergleich von Quellen aus unterschiedlichen Blickwinkeln ein.

Vor dem Hintergrund, dass die modernen Biowissenschaften stark von der englischen Fachsprache geprägt werden, üben die Lernenden im Oberstufenunterricht exemplarisch den Umgang mit englischsprachigen Materialien oder Originaltexten.

- K2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren.

Die Lernenden stellen naturwissenschaftsbezogene Informationen und Sachverhalte einschließlich ihrer Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht dar und geben sie adressatenbezogen weiter. Dabei bedienen sie sich angemessener mathematischer und veranschaulichender Gestaltungsmittel. In diesem Zusammenhang setzen sie Darstellungsformen und Medien, wie z. B. Texte, Tabellen, Graphen, Diagramme, Skizzen und Zeichnungen, fachgerecht ein. Mit ihnen beschreiben, protokollieren und dokumentieren sie anschaulich, sachlich, objekt- und zielorientiert fachbezogene Sachverhalte und Abläufe. Sie verwenden in ihren mündlichen und schriftlichen Darstellungen bzw. Präsentationen eine adressaten- und sachgerechte Fachsprache, Gliederung und Verknüpfung einzelner Informationen.

Im Fach Biologie beschreiben und veranschaulichen die Lernenden biologische Phänomene und Zusammenhänge auf unterschiedlichen Organisationsebenen sach- und fachgerecht. Dabei stellen sie biologische Sachverhalte auch unter Verwendung chemischer und mathematischer Zeichensprache dar.

- K3** ■ Die Lernenden können fachlich kommunizieren und argumentieren.

Die Lernenden diskutieren naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der jeweiligen Fachsprache. Dabei formulieren sie Argumente, die Belege, Begründungen und Schlussfolgerungen enthalten. Sie strukturieren Argumentationsprozesse, indem sie in Diskussionen und Diskursen mehrere Argumente in einer logischen und fachlich korrekten Reihenfolge darstellen, und berücksichtigen unterschiedliche Positionen, Gegenargumente und Beispiele. Die Fachsprache setzen sie in diesem Zusammenhang zielgerichtet und adressatenbezogen ein. Dies schließt die korrekte Verwendung von Symbolen, Zeichen und Fachbegriffen ein.

Kompetenzbereich: Bewertung und Reflexion (B)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- B1** ■ Die Lernenden können fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten.

Die Lernenden leiten anhand von Kriterien auf Basis fachlicher Kenntnisse naturwissenschaftliche Sachurteile ab, begründen diese mit Hilfe fachlicher Argumente und

bewerten deren Gültigkeit. Dabei wählen, verknüpfen und deuten sie Sachverhalte innerhalb eines naturwissenschaftlichen Bezugsrahmens. Die Sachurteile weisen sich durch fachliche Angemessenheit und innere Stimmigkeit von Argumenten aus. Die Lernenden entwickeln fachlich begründete Vorschläge zur Erklärung von Sachverhalten und zur Lösung von Problemen. Sie analysieren und reflektieren Sachurteile und prüfen sie hinsichtlich fachlicher Richtigkeit.

Im Fach Biologie analysieren und bewerten die Lernenden Anwendungsmöglichkeiten biologischer Erkenntnisse, z. B. in den Bereichen Gesundheit, Ernährung, Biotechnik, Reproduktionsbiologie, Medizin und Umwelt.

- B2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren.

Die Lernenden erörtern Problemsituationen unter Einbezug naturwissenschaftlicher Kenntnisse aus verschiedenen Perspektiven. Solche sind z. B. persönliche, gesellschaftliche, ethische oder ökologische und ökonomische Sichtweisen und Standpunkte. Dabei ordnen sie Werte und Normen zu.

Die Lernenden entwickeln kriteriengeleitet Handlungsoptionen und stellen aus unterschiedlichen Perspektiven Vor- und Nachteile sowie Chancen und Risiken verschiedener Handlungsoptionen gegenüber. Dabei beziehen sie Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ein. Sie nutzen im Bewertungsprozess adäquate Entscheidungsstrategien und reflektieren Entscheidungen hinsichtlich ihrer Folgen und Konsequenzen auch in Dilemmasituationen. Dies schließt das Diskutieren der Folgen und Konsequenzen von Handlungen bzw. Handlungsoptionen aus Sicht unterschiedlicher Interessengruppen und Perspektiven sowie eine Reflexion des Entscheidungsprozesses ein.

Im Fach Biologie analysieren die Lernenden ethisch und gesellschaftlich relevante Entscheidungs- bzw. Dilemmasituationen vor allem im bioethischen und ökologischen Kontext. Sie unterscheiden dabei zwischen der naturwissenschaftlichen Sachebene und der Wertebene bzw. zwischen deskriptiven und normativen Aussagen. Darauf aufbauend entwickeln sie Handlungs- und Entscheidungsoptionen und begründen diese. Schließlich reflektieren sie die möglichen Konsequenzen multiperspektivisch.

3.3 Kurshalbjahre und Themenfelder

Dem Unterricht in der **Einführungsphase** kommt mit Blick auf den Übergang in die Qualifikationsphase eine Brückenfunktion zu. Zum einen erhalten die Lernenden die Möglichkeit, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und Können zu festigen und zu vertiefen bzw. zu erweitern (Kompensation) sowie Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl der Grundkurs- und Leistungskursfächer entsprechend vorbereitet zu sein. Zum anderen werden die Lernenden an das wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt. Damit wird eine solide Ausgangsbasis geschaffen, um in der Qualifikationsphase erfolgreich zu lernen. Die Themenfelder der Einführungsphase sind dementsprechend ausgewählt und bilden die Basis für die Qualifikationsphase.

In der **Qualifikationsphase** erwerben die Lernenden eine solide Wissensbasis sowohl im Fachunterricht als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen und wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Der Unterricht in der Qualifikationsphase zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit; der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Durch die Wahl von Grund- und Leistungskursen ist die Möglichkeit gegeben, individuelle Schwerpunkte zu setzen und auf unterschiedlichen Anspruchsebenen zu lernen. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der Allgemeinen Hochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind die Themenfelder 1–3 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Die „z. B.“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. In jedem Fall ist aber mindestens eines der verbindlichen Themenfelder im zweiten Kurshalbjahr zu bearbeiten. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – i. d. R. ca. 24 Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Qualifikationsphase

Verbindliche Grundlage des Unterrichts sind in Kurshalbjahr Q1 die Themenfelder 1–3 und in den Kurshalbjahren Q2 und Q3 die Themenfelder 1 und 2. Ein weiteres Themenfeld je Kurshalbjahr in Q2 und Q3 wird durch Erlass verbindlich festgelegt. Im Hinblick auf die schriftlichen Abiturprüfungen können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Im Kurshalbjahr Q4 sind Themenfeld 1 und ein weiteres Themenfeld – ausgewählt durch die Lehrkraft – verbindliche Grundlage des Unterrichts. Die „z. B.“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus

fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – i. d. R. ca. 12 Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Hinweise zur Art und Weise vertiefender Bearbeitung

Der Umfang der Themenfelder erfordert bei gekennzeichneten einzelnen Inhalten das Bearbeiten auf einer allgemeinen Ebene als „Übersicht“ bzw. „Schema“ bzw. „Prinzip“. Eine „Übersicht“ beinhaltet in diesem Zusammenhang eine allgemeine, strukturierende tabellarische Zusammenfassung z. B. der abiotischen Faktoren im Ökosystem und deren Wirkung auf die Lebewesen. Unter „Schema“ wird eine komprimierte bildliche Darstellung verstanden, z. B. das Z-Schema in der Fotosynthese zur Darstellung des energetischen Verlaufs der Primärreaktion / lichtabhängigen Reaktion. Die Angabe „Prinzip“ bezieht sich auf die Erarbeitung grundlegender, allgemeiner Merkmale, Mechanismen und Funktionsweisen, z. B. die Stoffaufnahme und -abgabe in Verbindung mit den Vorgängen der Endo- und Exocytose. Eine umfassende Vertiefung der so charakterisierten Inhalte ist nicht verpflichtend. Sie kann für ausgewählte Inhalte schul- bzw. situationsbezogen erfolgen.

Differenzierung zwischen Grund- und Leistungskursen

Gemeinsames Ziel von Grund- und Leistungskursen in den naturwissenschaftlichen Fächern ist die Förderung und Entwicklung grundlegender Kompetenzen als Teil der Allgemeinbildung und Voraussetzung für Studium und Beruf. Daher werden für beide Kursarten gemeinsame Könnenserwartungen (vgl. Abschn. 3.2) in Form von Bildungsstandards formuliert. Diese Kompetenzen erfahren im Unterricht und in Prüfungen durch eine Verschränkung mit den nach Grund- und Leistungskurs differenzierten Inhalten (vgl. Abschn. 3.3) auch eine Differenzierung im Leistungsniveau. Ein exemplarisches Arbeiten lässt Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus erkennbar werden.

Grundkurse führen im jeweiligen naturwissenschaftlichen Fach in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbar. Der Unterricht in Grundkursen fördert durch lebensweltliche Bezüge Einsicht in die Bedeutung des Faches sowie durch schülerzentriertes und handlungsorientiertes Arbeiten die Selbstständigkeit der Lernenden.

Leistungskurse vertiefen zusätzlich die Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und der Aspektreichtum des Faches deutlich werden. Der Unterricht ist auf eine Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden, deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion sowie auf ein exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ausgerichtet. Leistungskurse zielen auf einen hohen Grad an Selbstständigkeit der Lernenden vor allem während des Experimentierens sowie des Erarbeitens fachlicher Kenntnisse und deren gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Bezügen.

Die Anforderungen im Leistungskurs unterscheiden sich daher nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ von denen im Grundkurs.

Dieser Unterschied wird deutlich

- im Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des jeweiligen Fachwissens, der fachlichen Methoden sowie der Modell- und Theoriebildung,
- im Abstraktionsgrad von z. B. Modellen und Theorien sowie im Grad der Mathematisierung fachlicher Sachverhalte,
- im Anspruch und in der Differenziertheit der verwendeten Fach- und Symbolsprache,
- in der Komplexität der ausgewählten Inhalte und Kontexte sowie der Vernetztheit der Sachverhalte.

Übersicht über die Themen der Kurshalbjahre und die Themenfelder

Einführungsphase (E)

E1/E2 Zellbiologie	
Themenfelder	
E.1	Struktur und Funktion von Zellen
E.2	Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen
E.3	Humanbiologische Aspekte der Zellbiologie
E.4	Entwicklungsbiologie A – Tierentwicklung
E.5	Entwicklungsbiologie B – Pflanzenentwicklung

verbindlich: Themenfelder 1–3

Qualifikationsphase (Q)

Q1 Genetik und Gentechnik	
Themenfelder	
Q1.1	Von der DNA zum Protein
Q1.2	Gene und Gentechnik
Q1.3	Humangenetik
Q1.4	Anwendungsgebiete der Gentechnik und ihre gesellschaftlichen Herausforderungen
Q1.5	Modelle zur Steuerung der Genaktivität

verbindlich: Themenfelder 1–3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q2 Ökologische und stoffwechselphysiologische Zusammenhänge	
Themenfelder	
Q2.1	Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel
Q2.2	Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung
Q2.3	Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Mensch
Q2.4	Populationsdynamik
Q2.5	Biodiversität

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q3 Neurobiologie und Verhaltensbiologie	
Themenfelder	
Q3.1	Neurobiologie
Q3.2	Verhaltensbiologie
Q3.3	Neurologische Erkrankungen
Q3.4	Sinnesorgane und Gehirn
Q3.5	Humanethologie

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q4 Evolution	
Themenfelder	
Q4.1	Evolutionsgedanken, Evolutionsmechanismen und die Entstehung neuer Arten
Q4.2	Evolution des Menschen
Q4.3	Hypothesen zur Entstehung des Lebens
Q4.4	Entwicklung der Evolutionstheorie
Q4.5	Spannungsfeld Evolutionstheorie

verbindlich: Themenfeld 1 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 2–5, ausgewählt durch die Lehrkraft

Im Zusammenhang der Bearbeitung der Themen der Kurshalbjahre und der Themenfelder des Faches lassen sich vielfältig Bezüge auch zu Themenfeldern anderer Fächer (innerhalb eines Kurshalbjahres) herstellen, um sich komplexeren Fragestellungen aus unterschiedlichen Fachperspektiven zu nähern. Auf diese Weise erfahren die Lernenden die Notwendigkeit und Wirksamkeit interdisziplinärer Kooperation und erhalten gleichzeitig Gelegenheit, ihre fachspezifischen Kenntnisse in anderen Kontexten zu erproben und zu nutzen. Dabei erwerben sie neues Wissen, welches die Fachdisziplinen verbindet. Dies bereitet sie auf den Umgang mit vielschichtigen und vielgestaltigen Problemlagen vor und fördert eine systemische Sichtweise. Durch fachübergreifende und fächerverbindende Themenstellungen können mit dem Anspruch einer stärkeren Lebensweltorientierung auch die Interessen und Fragestellungen, die junge Lernende bewegen, Berücksichtigung finden. In der Anlage der Themenfelder in den Kurshalbjahren sind – anknüpfend an bewährte Unterrichtspraxis – fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge jeweils mitgedacht. Dies erleichtert die Kooperation zwischen den Fächern und ermöglicht interessante Themenstellungen.

E1/E2 Zellbiologie

Die Entdeckung und Beschreibung der zellulären Struktur als Grundbaustein aller Lebensprozesse bildeten die Grundlage für die rasante Entwicklung der modernen Biowissenschaften. Bis heute stellen Kenntnisse über zellbiologische Zusammenhänge die fachliche Basis für die Bearbeitung aller weiteren Teilgebiete der modernen Biologie dar.

Die Themenfelder der Einführungsphase greifen Kenntnisse aus der Sekundarstufe I zum Bau von Zellen und deren Funktionen im Organismus auf, vertiefen diese um die submikroskopische Ebene und erweitern sie um humanbiologische und auch entwicklungsbiologische Aspekte der Zellbiologie. Die Lernenden erarbeiten sich im Zusammenhang mit dem grundlegenden Aufbau von Zellorganellen und deren Aufgaben eine erste Übersicht über die Organisation auf der zellularen Systemebene. Dabei stellen die Erarbeitung und Erklärung grundlegender zellbiologischer Zusammenhänge für die Lernenden eine besondere Herausforderung dar, da hierbei erstmals biochemische Vorgänge auf molekularer Ebene integriert werden müssen. Der Grundaufbau der drei bedeutendsten Molekülgruppen (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine) in Form vereinfachter Modelle ist daher unverzichtbarer Bestandteil der Themenfelder. Eine vertiefte Einbindung in biochemische Prozesse erfolgt erst in den Themenfeldern der Qualifikationsphase im Zusammenhang mit einzelnen Zellorganellen.

Auf der Grundlage ihrer Kenntnisse sind die Lernenden in der Lage, zu zellbiologischen Fragestellungen in wissenschaftlich und gesellschaftlich relevanten Kontexten, z. B. aus dem medizinischen oder ernährungsphysiologischen Bereich, Stellung zu beziehen und entsprechende persönliche und gesellschaftliche Handlungsoptionen abzuleiten.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas der beiden Kurshalbjahre sind insbesondere die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Reproduktion, Kompartimentierung, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung** und **Geschichte und Verwandtschaft** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1–3

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

E.1 Struktur und Funktion von Zellen (8 Wochen)

- Organisationsstufen und Kennzeichen des Lebens
- Zelltypen (pro- und eukaryotisch, pflanzliche und tierische Zellen mit lichtmikroskopischen Untersuchungen)
- Bau und Funktion der Zellorganellen im elektronenmikroskopischen Bild der Zelle (Übersicht)
- evolutionsbiologischer Aspekt: Organisationsstufen vom Einzeller zum Vielzeller (Übersicht), Endosymbiontentheorie
- Diffusion, Osmose und Plasmolyse (experimentell)
- Biomembran (Schema) und Membranmodelle (Übersicht)

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

- biochemischer Aspekt I: Aufbau von Lipiden (polare / hydrophile und unpolare / hydrophobe Molekülseite, Bilayerstrukturen)
- biochemischer Aspekt II: Aufbau der Kohlenhydrate (Glukose als C6-Körper, Zellulose und Stärke als Polysaccharide)
- selektive Permeabilität von Biomembranen, aktiver und passiver Transport durch Carrier- und Tunnelproteine (Schema)
- Endo- und Exocytose (Prinzip)
- Kompartimentierung durch membranumschlossene Zellorganellen (Prinzip)

E.2 Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen (8 Wochen)

- biochemischer Aspekt III: Aufbau von Proteinen (Schema: Aminosäuren, Bildung von Peptiden, vier Strukturebenen von Proteinen)
- Experimente zur Untersuchung biokatalytischer Prozesse (z. B. Katalase, Urease, Amylase)
- Mechanismus der Enzymwirkung an einem ausgewählten Beispiel (z. B. Ernährung und Verdauung)
- Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur (RGT-Regel), pH-Wert und Substratkonzentration
- kompetitive und allosterische / nicht-kompetitive Hemmung (Prinzip, z. B. Medikamente und Giftstoffe als Inhibitoren)
- ein Beispiel für Enzyme im Alltag (z. B. Waschmittel)

E.3 Humanbiologische Aspekte der Zellbiologie (8 Wochen)

- Vergleich von Mitose und Meiose, Zellzyklus
- Mutation (Prinzip) am Beispiel Trisomie 21
- Festlegung des Geschlechts beim Menschen (Karyogramm, Kerngeschlecht, x-/y-Chromosomen, somatisches Geschlecht, psychisches Geschlecht)
- von der Befruchtung zur Blastocyste (Übersicht)
- embryonale Schädigungen (z. B. Röteln, Contergan, Alkohol)

E.4 Entwicklungsbiologie A – Tierentwicklung

- Zusammenspiel von Zellteilung, Zelldifferenzierung und Morphogenese (z. B. Froschentwicklung mit Metamorphose)
- Bedeutung von Modellorganismen (z. B. *Drosophila melanogaster*, *Caenorhabditis elegans*)

E.5 Entwicklungsbiologie B – Pflanzenentwicklung

- Zusammenspiel von Zellteilung, Zelldifferenzierung und Morphogenese (z. B. Fruchtbildung)
- Bedeutung von Meristemen
- Signalaustausch zwischen Zellen

Q1 Genetik und Gentechnik

Die neueren Erkenntnisse der modernen Genetik und Gentechnik haben wesentlich dazu beigetragen, dass sich die sogenannten „Life Sciences“ zu einem anwendungsorientierten, wissenschaftlich innovativen und wirtschaftlich relevanten Arbeitsfeld entwickelt haben.

Für die Lernenden sind entsprechende Erkenntnisse eng verknüpft mit persönlichen, gesellschaftlichen und ethischen Fragen. Die Fähigkeit, sich in diesem Bereich eine eigene Meinung zu bilden sowie Meinungen und Entscheidungen anderer zu reflektieren, ermöglicht den Lernenden die Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs. Ein fundiertes Verständnis molekulargenetischer Zusammenhänge bildet dabei die fachliche Voraussetzung. So bilden beispielsweise Kenntnisse zum Zusammenhang zwischen Genotyp und Phänotyp für die Lernenden die Grundlage dafür, genetische Forschung und ihre Anwendung unter medizinischen, ethischen und auch ökonomischen Aspekten zu diskutieren und an konkreten Beispielen kritisch auf damit verbundene Möglichkeiten, Grenzen und Risiken einzugehen. Ergänzt wird dies durch die Bedeutung der genetischen Variabilität im physiologischen und evolutionsbiologischen Kontext.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Reproduktion, Kompartimentierung, Steuerung und Regelung, Information und Kommunikation** und **Variabilität und Anpasstheit** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1–3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q1.1 Von der DNA zum Protein (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Aufbau und Replikation der DNA: Watson-Crick-Modell (Schema), Nukleotide, semikonservative Replikation, kontinuierliche und diskontinuierliche Replikation (Schema)
- Ablauf und Ort der Proteinbiosynthese: Transkription, Struktur und Funktion von mRNA, Translation bei Prokaryoten, Ribosom, tRNA, genetischer Code einschließlich des Umgangs mit der Code-Sonne
- vier Strukturebenen der Proteine (Schema)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Proteinbiosynthese bei Eukaryoten: Processing
- Bau und Vermehrung von DNA- und RNA-Viren (Prinzip)

Q1.2 Gene und Gentechnik (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Bau und Vermehrung von Bakterien (Schema)
- Regulation der Genaktivität: Operonmodell / Jacob-Monod-Modell (Schema) am Beispiel des Lac-Operons
- Genmutationen (Substitution, Deletion, Insertion, Duplikation)
- Evolutionsaspekt: Auswirkungen von Genmutationen mit Folgen auf den Ebenen Phänotyp, Organismus sowie für die Variabilität in Populationen, Antibiotikumresistenz
- genetischer Fingerabdruck (Übersicht): Funktion von Restriktionsenzymen, PCR und Gelelektrophorese

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Neukombination von Genen mit molekulargenetischen Techniken: Einbringen von Fremd-DNA in Wirtszellen (Plasmide als Vektoren), Klonierung, Selektion transgener Zellen durch Markergene
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren (Prinzip), epigenetische Modifikation durch DNA-Methylierung (Prinzip)

Q1.3 Humangenetik (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Erbgänge: monohybrid, autosomal, gonosomal, dominant-rezessiv einschließlich Analyse von Stammbäumen
- pränatale Diagnostik (Prinzip) und verantwortungsbewusste Beratung an einem Beispiel

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Krebs: Mutationen an Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen als Ursachen von Krebs
- toti- und pluripotente Stammzellen am Beispiel embryonaler und adulter Stammzellen

Q1.4 Anwendungsgebiete der Gentechnik und ihre gesellschaftlichen Herausforderungen**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Methode der Präimplantationsdiagnostik an einem Beispiel und ethische Herausforderungen
- Gentherapie (Prinzip)
- Gentechnik: Risiken und Chancen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- ein Beispiel für die biotechnologische Herstellung von Medikamenten

Q1.5 Modelle zur Steuerung der Genaktivität

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Steuerung der Genaktivität in verschiedenen Entwicklungsphasen und Lebewesen (Prinzip)
- Homeobox-Gene
- Evolutionsaspekt: epigenetische Modifikation (Prinzip, DNA-Methylierung)
- Krebs: unkontrollierte Zellteilung, Tumor, Metastase

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Telomere und Zellalterung

Q2 Ökologische und stoffwechselfysiologische Zusammenhänge

Ökosysteme stellen offene, mit ihrer Umwelt interagierende Systeme dar, welche die Energie des Sonnenlichts als primäre Energiequelle nutzen und in Stoffkreisläufe eingebunden sind. Die Lernenden erschließen sich ökologische Sachverhalte und Zusammenhänge, indem sie Ökosysteme als komplexe Beziehungsgefüge von Biotop und Biozönose auffassen und erläutern. Durch eine handlungsorientierte Beschäftigung mit einem konkreten Ökosystem wird ihnen deutlich, dass alle Organismen von abiotischen und biotischen Faktoren beeinflusst werden. Die Lernenden erklären sowohl Stoffkreisläufe, Energieflüsse und ihre Abhängigkeiten als auch Wechselwirkungen innerhalb von Ökosystemen einschließlich derer, die sich durch sich ändernde Umweltbedingungen ergeben. Am Beispiel der Fotosynthese und einer ergänzenden Übersicht über die Zellatmung gewinnen die Lernenden exemplarisch einen vertieften Einblick in den Ablauf biochemischer Prozesse.

Kenntnisse über die Bedeutung von Biodiversität und über die Auswirkungen von veränderten Umweltfaktoren sensibilisieren die Lernenden für ökologische und evolutionsbiologische Fragen. Sie begreifen den Menschen als Teil des Ökosystems und erkennen die mit menschlichen Eingriffen verbundenen Probleme und Gefahren. Die Lernenden entwickeln die Bereitschaft, durch verantwortungsbewusstes Handeln zur Erhaltung der Natur im Sinne der Nachhaltigkeit beizutragen.

Die Auseinandersetzung mit ökologischen Fragestellungen lässt die Lernenden erkennen, dass die Ökologie Erkenntnisse verschiedener Wissenschaftsdisziplinen integriert. So kann die Existenz einer Population in ihrem Lebensraum nur unter Einbeziehung von Genetik, Physiologie und Evolutionsforschung verstanden werden. Ökologische Modellvorstellungen geben den Lernenden Entscheidungshilfen für umweltverträgliches und nachhaltiges Handeln: sie sind dazu fähig, Auswirkungen menschlicher Eingriffe in Ökosysteme bzw. Lebensräume abzuschätzen, zu beurteilen und zu bewerten.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Kompartimentierung, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung** und **Variabilität und Anpasstheit** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q2.1 Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- abiotische Faktoren und deren Einfluss (Übersicht): Temperatur, Licht, Wasser, RGT-Regel, Toleranzkurven, physiologische und ökologische Potenz

Biologie**gymnasiale Oberstufe**

- biotische Faktoren (Übersicht): intra- und interspezifische Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehung (Lotka-Volterra-Regeln)
- ökologische Nische
- evolutionsbiologischer Aspekt: Ökofaktoren als Selektionsfaktoren
- Definition: Biotop und Biozönose
- dynamische Prozesse in Ökosystemen: Sukzession (Prinzip)
- Stoffkreislauf und Trophieebenen am Beispiel des Kohlenstoffkreislaufes: Produzenten, Konsumenten, Destruenten
- Energiefluss: Nahrungsbeziehungen (Nahrungskette, Nahrungsnetz)
- Nachhaltigkeit am Beispiel des ausgewählten Ökosystems (Prinzip)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Thermoregulation ausgewählter Organismen: Ektothermie und Endothermie
- Regulation des Wasserhaushalts bei Pflanzen (Prinzip)

Q2.2 Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Blattaufbau mesophyter Pflanzen, Chloroplast als Ort der Fotosynthese
- Lichtabsorption: Chlorophyll-Absorptionsspektrum
- Primärreaktion / lichtabhängige Reaktionen (Schema): Fotolyse, energetisches Modell als Z-Schema ohne zyklische Phosphorylierung
- Sekundärreaktion / lichtunabhängige Reaktionen (Schema): Funktion von Rubisco, vollständige Summgleichung
- Zellatmung: Aufbau von Mitochondrien (Schema), Edukte und Produkte (Übersicht) der vier Teilschritte (Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Citratcyclus und Endoxidation), Summgleichung

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Primärreaktion / lichtabhängige Reaktionen: Lichtsammelfalle (Prinzip), chemiosmotisches Modell (Schema, Protonengradient)
- Sekundärreaktion / lichtunabhängige Reaktionen: Funktion von NADPH + H⁺ und ATP bei der Reduktion von PGS zu PGA

Q2.3 Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Mensch (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Klimawandel: Treibhauseffekt, Bedeutung von Kohlenstoffdioxid und Methan
- Anreicherung und Wirkung eines Schadstoffs (Prinzip) an einem Beispiel

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Nachhaltige Entwicklung am Beispiel des ökologischen Fußabdrucks

Q2.4 Populationsdynamik (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum, Umweltkapazität
- Bedeutung verschiedener Fortpflanzungsstrategien (r- und K-Strategen)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- evolutionsbiologischer Aspekt: Variabilität und Anpassung

Q2.5 Biodiversität (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- anthropogene Einflüsse auf die Artenvielfalt (z. B. durch weltweiten Tier- und Pflanzentransfer (Neobiota))
- Arten- und Biotopschutz am Beispiel des ausgewählten Ökosystems

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Bioindikatoren (Prinzip) an einem Beispiel (Zeigerorganismen)

Q3 Neurobiologie und Verhaltensbiologie

In der Neuro- und Verhaltensbiologie stehen das tierische Lebewesen bzw. der Mensch als ganzer Organismus im Fokus der Betrachtung: In beiden wissenschaftlichen Teilgebieten wird das Verhalten von Tieren und Menschen einschließlich der neurobiologischen und hormonellen Grundlagen untersucht.

Die Neurobiologie liefert Erklärungen und modellhafte Veranschaulichungen für das Verständnis komplexer Verhaltensweisen und deren Veränderung auf physiologischer Ebene. Im Themenfeld „Neurobiologie“ erarbeiten sich die Lernenden grundlegende neurophysiologische Vorgänge und elementare Mechanismen der Informationsverarbeitung auf der zellulären bzw. molekularen Ebene. Diese beschreiben sie mit Hilfe einfacher Modellvorstellungen. Die Lernenden erläutern, wie z. B. durch Medikamente, Drogen oder Nervengifte neurophysiologische Prozesse beeinflusst oder durch Krankheiten wie z. B. Alzheimer, Parkinson oder Multiple Sklerose verändert werden können.

Im Themenfeld „Verhaltensbiologie“ bieten unterschiedliche Betrachtungsebenen und Methoden den Lernenden die Möglichkeit, tierisches und menschliches Verhalten mit wissenschaftlichen Erklärungsmodellen zu beschreiben und zu interpretieren. Dabei analysieren sie die Angepasstheit von Verhalten unter proximativen und ultimativen Fragestellungen und stellen Verhalten im Zusammenhang mit angeborenen Elementen, Beeinflussung durch endogene und exogene Faktoren sowie verschiedenen Lernformen dar. In den Bereichen Verhaltensökologie und Soziobiologie beurteilen die Lernenden die Zweckmäßigkeit von Verhaltensweisen unter dem Gesichtspunkt der biologischen Gesamtfitness. Dabei interpretieren sie im Leistungskurs Verhalten auch unter der Evolutionsperspektive. Sie erkennen dadurch Grundprinzipien und Zusammenhänge der Verhaltensbiologie, die ein theoretisches Grundgerüst zur Einordnung der vielen Fallbeispiele und Detailuntersuchungen bieten.

Der Verhaltensbiologie kommt eine Brückenfunktion zu: Bezogen auf relevante Fragestellungen sichert sie Querbezüge von der allgemeinen Biologie zur Psychologie sowie zu den Geistes- und Sozialwissenschaften.

Die weiteren Themenfelder „Neurologische Erkrankungen“, „Nervensysteme und Gehirn“ sowie „Humanethologie“ sind so zusammengestellt, dass sie jeweils einzelne Schwerpunkte aus den ersten beiden Themenfeldern „Verhaltensbiologie“ bzw. „Neurobiologie“ vertiefen und vernetzen.

Insgesamt sind die Lernenden in der Lage, sachgerechte Beiträge zu gesellschaftlich relevanten Diskussionen im Bereich der Neuro- und Verhaltensbiologie zu leisten, wie z. B. dem Drogen-, Alkohol- oder Medienkonsum und dem Tierschutz.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere die Basiskonzepte **Struktur und Funktion**, **Kompartimentierung**, **Steuerung und Regelung** und **Information und Kommunikation** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q3.1 Neurobiologie (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Bau und Funktion der Nervenzelle: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung, Transmitterwirkung am Beispiel Acetylcholin-führender Synapsen, ligandenabhängige und spannungsabhängige Kanäle, Stoffeinwirkung an Acetylcholin-führenden Synapsen an einem Beispiel (z. B. Medikamente, Gifte, Drogen, Alkohol)
- Verarbeitung des Informationsflusses an Synapsen (EPSP, IPSP, räumliche und zeitliche Summation)
- von der Sinneswahrnehmung über die Erregungsleitung zur Reaktion: Sinnesorgan Auge (Aufbau, Signaltransduktion in der Netzhaut (Schema)), sensorische und motorische Nervenbahnen, Interneurone, neuromuskuläre Synapse

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- neurobiologische Grundlagen des Lernens: NMDA-Synapse, Neubildung von Synapsen (Schema)
- second-messenger-Vorgänge (Prinzip)

Q3.2 Verhaltensbiologie (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Ethogramm (Prinzip): Beschreibung und Bestandsaufnahme aller Verhaltensweisen eines Individuums / einer Art
- Attrappenversuche (Prinzip)
- proximate (exogen und endogen) und ultimate (Anpassungswert für die Fitnessmaximierung) Ursachen von Verhalten (Prinzip)
- angeborenes Verhalten: Reflex (Schema), Erbkoordination (Schema)
- endogene Faktoren: Handlungsbereitschaft (physiologisch / humoral)
- exogener Faktor: Schlüsselreiz (angeboren / erworben)
- Lernformen (Übersicht): allgemeine Beschreibung der klassischen Konditionierung, der operanten Konditionierung (einschließlich Lerndisposition), des Nachahmungslernens sowie der Prägung (Nachfolgeprägung)
- Verhaltensökologie (Prinzip): Anpasstheit von Verhalten an ökologische Bedingungen, Kosten-Nutzen-Bilanz
- Konkurrenzverhalten am Beispiel der Territorialität (Prinzip)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Soziobiologie (Prinzip): evolutionsbiologische Funktion des sozialen Verhaltens am Beispiel der elterlichen Investition, des Infantizids oder des Altruismus
- komplexe Lernformen: Kognition mit Werkzeuggebrauch (Prinzip)

Q3.3 Neurologische Erkrankungen (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- neurologisch bedingte Erkrankungen des Menschen (Prinzip: z. B. Alzheimer und Parkinson)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- neurologisch bedingte Erkrankungen des Menschen: differenzierte Betrachtung zellulärer und molekularer Vorgänge an einem Beispiel
- ein bildgebendes Verfahren der Hirnforschung (Prinzip)

Q3.4 Sinnesorgane und Gehirn (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- ein zweites Sinnesorgan: Aufbau und Signaltransduktion
- Gehirnaufbau und -funktion beim Menschen (Übersicht)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- evolutionsbiologischer Aspekt: Umweltangepasstheit von Gehirnstrukturen der Wirbeltierklassen (Prinzip)

Q3.5 Humanethologie (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- evolutionsbiologischer Aspekt: Partnerwahl als Beispiel für Fitnessmaximierung
- Problem von Schlüsselreizen in der Werbung und der Kommunikation

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Aggressionstheorien (Übersicht)

Q4 Evolution

Wie alle Teilgebiete der modernen Biologie beschreibt und erklärt auch die Evolutionstheorie Prozesse, die man wissenschaftlich erforschen kann und für die es vielfältige Belege gibt. Die heute in der Wissenschaft allgemein akzeptierte synthetische Evolutionstheorie integriert Erkenntnisse verschiedener Teildisziplinen: sie erweitert Darwins Theorie durch molekularbiologische, genetische, ethologische und ökologische Erkenntnisse. Die synthetische Evolutionstheorie beschreibt, wie zentrale Evolutionsfaktoren (z. B. Variabilität und Selektion) nachhaltige Veränderungen auf der Ebene der Individuen, Populationen, Ökosysteme oder gar der gesamten Biosphäre haben können. Sie beschreibt und erklärt Evolution als historischen und aktuell stattfindenden Prozess.

Formenvielfalt und Anpasstheit der Lebewesen werden von den Lernenden als Ergebnis eines langen stammesgeschichtlichen Entwicklungsprozesses aufgefasst und dargestellt. Die Lernenden setzen sich mit Voraussetzungen und Mechanismen von Evolutionsprozessen auseinander. Sie erweitern das Konzept Darwins und lernen mit der synthetischen Evolutionstheorie eine alle biologischen Teildisziplinen verbindende Theorie kennen, welche Auswirkungen auch auf andere Fachgebiete der Natur- und Geisteswissenschaften hat. Dabei erkennen sie, dass die evolutionsgeschichtliche Interpretation von Fossilien und die Formulierung von Abstammungswegen (z. B. der Hominiden) geleitet sind vom jeweils zeitgebundenen Wissensstand und der jeweils vorherrschenden Hypothese.

Ein Verständnis der Evolutionstheorie, ihrer wissenschaftlichen Beweise, aber auch der noch offenen Fragen (z. B. Hypothesen zur Entstehung des Lebens oder des menschlichen Bewusstseins) trägt zu einem reflektierten Welt- und Selbstverständnis der Lernenden bei, da es ihnen zunehmend gelingt, die Herkunft des Menschen und seiner Besonderheiten naturwissenschaftlich zu deuten.

Der Evolutionsgedanke ist integrales Element aller Themen der vorangehenden Kurshalbjahre. Folglich knüpft das verbindliche Themenfeld 1 insbesondere an die dort unter dem Evolutionsaspekt gekennzeichneten Inhalte an, vernetzt diese und bietet Möglichkeiten, wiederholende Aspekte einfließen zu lassen.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere die Basiskonzepte **Reproduktion, Variabilität und Anpasstheit** und **Geschichte und Verwandtschaft** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfeld 1 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 2–5, ausgewählt durch die Lehrkraft

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q4.1 Evolutionsgedanken, Evolutionsmechanismen und die Entstehung neuer Arten
(6 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Entwicklung des Evolutionsgedankens: Darwin, Wallace, Lamarck in ihrer Zeit
- Darwins Erklärung (historischer Aspekt): Überproduktion an Nachkommen, Variabilität, Selektion der Best-Angepassten
- ungerichtet wirkende Faktoren: genetische Variabilität durch Mutation und Rekombination
- gerichtet wirkende Faktoren: Selektionsfaktoren, Selektionsformen, Züchtung
- synthetische Evolutionstheorie
- Belege für den Evolutionsprozess: Mikroevolution (z. B. Resistenzbildung), Fossilien, Analogie / Konvergenz, Homologie / Homologiekriterien (Beispiele aus Molekularbiologie und vergleichender Anatomie)
- Artbegriff und Bildung neuer Arten: Fortpflanzungsgemeinschaft, Isolation, adaptive Radiation
- Befunde zur Evolution des Menschen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Populationsgenetik: Gendrift
- Koevolution

Q4.2 Evolution des Menschen (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Ursprung des heutigen Menschen / Fossilgeschichte (Übersicht)
- Stammbaum des Menschen / Wege der Hominisation (Übersicht)
- Hinweise auf Wanderwege des Menschen (z. B. „Out of Africa“-Hypothese, Sprachenvergleich, Homo neanderthalensis / Homo sapiens, molekularbiologische Verfahren)
- Skelettmerkmale Affe / Mensch
- aufrechter Gang / anatomische Umgestaltung

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- kulturelle Evolution (Übersicht: z. B. Werkzeuggebrauch, Technik, Begräbnisrituale)
- Hinweise auf Evolution des Verhaltens als Teil der kulturellen Evolution (Kommunikation, Sprachentwicklung)

Q4.3 Hypothesen zur Entstehung des Lebens (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- ursprüngliche Atmosphäre
- Miller-Urey-Experiment (Prinzip)
- Chemosynthese vs. Fotosynthese
- Endosymbiontentheorie (Evolution der Eucyten)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Hypothesen zur RNA-Welt und Membranbildung

Q4.4 Entwicklung der Evolutionstheorie (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Schöpfungsmythos und Lamarcks erste Ideen
- Darwin und Wallace in ihrer Zeit
- Darwins Reise und erste Erklärung zu Variabilität, Anpassung und Artbildung (z. B. Galapagos-Finken)
- Darwins Widersacher – gestern und heute (z. B. Kirche, Kreationismus, Creative Design)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- konstruktivistische Evolutionstheorie (Frankfurter Evolutionstheorie)

Q4.5 Spannungsfeld Evolutionstheorie (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- ethische Herausforderungen
- Dualismus zwischen Wissenschaft und Religion, Glaube und Vernunft?

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Missbrauch der Evolutionstheorie (z. B. Nationalsozialismus)