



Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe

BIOLOGIE
Ausgabe 2024

Impressum

Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen (HMKB)
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
E-Mail: poststelle.hmkb@kultus.hessen.de
Internet: <https://kultus.hessen.de>

Stand:

Ausgabe 2024, Stand 01.08.2025

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	4
1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium.....	5
1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium.....	5
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums	7
1.3 Überfachliche Kompetenzen	9
2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches	13
2.1 Beitrag des Faches zur Bildung	13
2.2 Kompetenzmodell	14
2.3 Kompetenzbereiche	15
2.4 Strukturierung der Fachinhalte und Basiskonzepte	20
3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	25
3.1 Einführende Erläuterungen	25
3.2 Bildungsstandards	26
3.3 Kurshalbjahre und Themenfelder	30

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

Vorbemerkung

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium trat zum Schuljahr 2016/17 in Kraft und ist seither Grundlage eines kompetenzorientierten Oberstufenunterrichts zur Vorbereitung auf das hessische Landesabitur. Den Fächern Mathematik, Deutsch und den fortgeführten Fremdsprachen (Englisch, Französisch) liegen dabei die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.10.2012 zugrunde. Den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik liegen die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020 zugrunde.

Die politischen Vorhaben zur „Ländervereinbarung über die gemeinsame Grundstruktur des Schulwesens und die gesamtstaatliche Verantwortung der Länder in zentralen bildungspolitischen Fragen“ (Beschluss der KMK vom 15.10.2020) in Verbindung mit der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung“ (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 06.06.2024) bedingen eine Ausweitung der für das schriftliche Abitur prüfungsrelevanten Themen und Inhalte auf das Kurshalbjahr Q4, das vor den Osterferien endet.

Dies macht eine Anpassung der Kerncurricula der gymnasialen Oberstufe in allen Abiturprüfungsfächern notwendig. Die Änderungen betreffen die inhaltliche Anschlussfähigkeit der Q4 sowie gegebenenfalls notwendige Anpassungen in den vorherigen Kurshalbjahren.

1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium

1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ist die Allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt und 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 benötigen 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 stellen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium ein wichtiges Bindeglied zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I auf der einen Seite und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen auf der anderen Seite dar, 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 und dem beruflichen Gymnasium auf eine vertiefte Allgemeinbildung, eine allgemeine Studierfähigkeit sowie eine fachlich fundierte wissenschaftspropädeutische Bildung. Dabei gilt es in besonderem Maße, flankiert durch Angebote zur beruflichen Orientierung, 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-, Berufs- und Lebenswege treffen können. So 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 nehmen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium den ihnen in den §§ 2 und 3 des Hessischen Schulgesetzes (HSchG) aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium differenziert die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung beziehungsweise Erweiterung von Sprachkompetenz. 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 Weltverständens zu erschließen. Aus dieser Handlungsorientierung leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ab:

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

Lernende begegnen der Welt auf unterschiedliche Art und Weise. Ganzheitliche schulische Bildung eröffnet den Lernenden daher unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Sie reflektieren im Bildungsprozess verschiedene „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“¹, die sich – in flexibler beziehungsweise mehrfacher Zuordnung – in den Unterrichtsfächern und deren Bezugswissenschaften wiederfinden:

- (1) eine kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik),
- (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, Wirtschaft, Gesundheit und Soziales)
- (4) einen Modus, in dem „Probleme konstitutiver Rationalität“ behandelt werden und über „die Bedingungen menschlicher Erkenntnis und menschlichen In-der-Welt-Seins“ nachgedacht wird (Religion, Ethik und Philosophie).

Jeder dieser gleichrangigen Modi bietet also eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Den Lernenden eröffnen sich dadurch Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit, die durch geeignete Lehr-Lern-Prozesse initiiert werden.

Die Grundstruktur der Allgemeinbildung besteht in der Verschränkung der oben genannten Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten mit den vier „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“ und gibt damit einen Orientierungsrahmen für kompetenzorientierten Unterricht auf Basis der KMK-Bildungsstandards für die allgemeine Hochschulreife. Mit deren Erreichen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und fundierten Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständig nutzen können.

¹ Hier und im Folgenden adaptiert aus Jürgen Baumert: Deutschland im internationalen Bildungsvergleich, in: Nelson Killius und andere (Herausgeber), Die Zukunft der Bildung, Frankfurt am Main: Suhrkamp 2002, Seite 113, und Bernhard Dressler: Bildung und Differenzkompetenz, in: Österreichisches Religionspädagogisches Forum 2/2021, Seite 216.

In der Umsetzung eines ganzheitlichen Bildungsanspruchs verbinden sich sowohl Erwartungen der Schule an die Lernenden als auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommt daher die Aufgabe zu,

- Lernende darin zu unterstützen, sich die Welt aktiv und selbstbestimmt 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 Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung, beschleunigtem globalen Wandel, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität und diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren; schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen; dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen; 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,
- im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- 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 und 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 unbekannter Wissens, in welcher die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, und auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen ermöglichen.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium 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) und vom 18.06.2020 in den naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie, Chemie und Physik) und die Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 16.03.2023) 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 der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept des ganzheitlichen Lernens und der Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

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

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

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3): Bildungsstandards weisen die Erwartungen an das fachbezogene Können der Lernenden am Ende der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums aus (Abschnitt 3.2). Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer beziehungsweise das Nutzen von Wissen für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen.²

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und repräsentativen Lerninhalten und Themen, deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf

² In den sieben Fächern, für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.10.2012 für die Fächer Deutsch, Mathematik sowie die fortgeführten Fremdsprachen Englisch und Französisch und vom 18.06.2020 für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie, Physik) vorliegen, werden diese in der Regel wörtlich übernommen.

diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten fachlichen Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils bestimmter Kompetenzen aus in der Regel 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 (Abschnitt 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.

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe oder des beruflichen Gymnasiums ein Studium oder eine berufliche Ausbildung 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 können sich fachliche Expertise und nicht zuletzt auch die Bereitschaft und Fähigkeit, für Demokratie und Teilhabe sowie zivilgesellschaftliches Engagement und einen verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen einzustehen, adäquat entfalten.

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 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 als sich ergänzende und ineinander greifende gleichrangige Dimensionen beschrieben, dem Prinzip „vom Individuum zur Gemeinschaft“ entsprechend:

a) Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; selbstbewusst mit Irritationen umgehen, Dissonanzen aushalten (Ambiguitätstoleranz); widerstandsfähig mit Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für die eigene Körperllichkeit und psychische Gesundheit, eigene Bedürfnisse wahrnehmen und äußern.

Dazu gehören

emotionale Kompetenzen: den eigenen emotionalen Zustand erkennen, adressaten- und situationsadäquat ausdrücken können und damit umgehen; aversive oder belastende Emotionen bewältigen (Emotionsregulation); emotionale Selbstwirksamkeit; empathisch auf Emotionen anderer eingehen, anderen vertrauen.

Motivation/Lernbereitschaft: 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) durchhalten, etwas vollenden; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren).

Lernkompetenz / wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: eigenes Lernen reflektieren („Lernen lernen“) und selbst regulieren; 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; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren; fachliches Wissen nutzen und bewerten und dabei seine Perspektivität reflektieren, dabei verschiedene Stufen von Erkenntnis und Wissen erkennen und zwischen diesen differenzieren, auf einem entwickelten / gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen.

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (*literacy*): Verkehrssprache, Fachsprache, Mathematik, Fremdsprachen, Naturwissenschaften, musisch-künstlerische Fächer, 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.

b) Soziale Kompetenzen: sich verständern und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und konstruktiv 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.

Dazu gehören

wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; ökologisch nachhaltig handeln; mit friedlicher Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung handeln, 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 Weltsicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft und zum Umgang mit der Natur ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln.

interkulturelle Kompetenz: Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei sowie im Handeln reflektiert und offen 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.

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 gesellschaftlichen 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 Einzelne und/oder das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter / Generationen / sozialen Gruppierungen / Kulturen 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 digitalisierten Welt:

Lernkompetenz: digitale Werkzeuge zur Organisation von Lernprozessen nutzen (zum Beispiel Dateiablage, zielgerechte Nutzung von Programmen, Recherche, Gestaltung, Zugriff auf Arbeitsmaterialien über das Internet beziehungsweise schulische Intranet); digitale Bearbeitungswerzeuge handhaben und zur Ergebnisdarstellung nutzen; beim Lernen digital kommunizieren und sich vernetzen (zum Beispiel über Messengerdienste, Videochats) sowie sich gegenseitig unterstützen und sich dabei gegenseitig Lern- und Lösungsstrategien erklären. Medienkompetenz ist heutzutage genauso wichtig wie Lesen, Schreiben und Rechnen. Die Digitalisierung spielt dabei eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von digitalen Medien und bereitet die Schüler auf die sich ständig verändernde Lebenswelt vor. Die prozessbezogenen Kompetenzen umfassen Fähigkeiten wie das Strukturieren und Modellieren, Implementieren, Kommunizieren und Darstellen sowie Begründen und Bewerten. Diese Kompetenzen bilden eine Grundlage für lebenslanges Lernen und die Anpassung an den Wandel in der Digitalisierung.

Die Lernenden sollen die Funktionsweise und Struktur von Informatiksystemen verstehen, diese konstruieren können und sich mit den Wechselwirkungen zwischen Digitalisierung, Medienerziehung und Gesellschaft auseinandersetzen. Dabei stellt der Umgang mit Informatiksystemen und Digitalisierungs-Werkzeugen eine grundlegende Qualifikation für die Teilhabe an der Gesellschaft und insbesondere in der Berufswelt dar. Prozess- und inhaltsbezogene

Kompetenzen, wie z.B. Daten und ihre Spuren, Computerkompetenz, algorithmisches Problemlösen und automatisierte Prozesse sind Bestandteil des Unterrichts.

Personal/Sozial: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben, soziale Interaktion und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren; in der mediatisierten Welt eigene Bedürfnisse wahrnehmen und Interessen vertreten; Möglichkeiten und Risiken digitaler Umgebungen in unterschiedlichen Lebensbereichen (Alltag, soziale Beziehungen, Kultur, Politik) kennen, reflektieren und berücksichtigen: zum Beispiel in sozialen Medien; Umgangsregeln bei digitaler Interaktion kennen und anwenden; Urheberrechte wahren; auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln, das heißt unter anderem einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren.

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 Weltverständens (vergleiche Abschnitt 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. „Naturwissenschaftliche Grundbildung (*scientific literacy*) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ (OECD, 1999). Sie leistet einen essenziellen Beitrag für die persönliche Entwicklung des Einzelnen und kann anschlussfähige Grundlagen für ein berufsbeziehungsweise 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.

Erkenntnisse der Biologie und ihrer Teildisziplinen tragen substanziiell zur nachhaltigen Lösung von Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben in den Bereichen Gesundheit, Ernährung, (Reproduktions-)Medizin, Energieversorgung und Natur- und Umweltschutz sowie dem Erhalt von Biodiversität bei.

Biologische Erkenntnisse leisten einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung von Gesetzen und Regeln in menschlichen Gesellschaften, wie das beispielsweise bei gentechnischen Fragestellungen der Fall ist, und nehmen so Einfluss auf die zukünftige Gestaltung menschlicher Gesellschaften.

Ausgehend von den in Themenfeldern strukturierten zentralen biologischen Fachinhalten zielt der Biologieunterricht auf die Förderung des Denkens in Funktionszusammenhängen, vernetzten Systemen und in Entwicklungsprozessen ab. Dadurch erwerben die Lernenden eine wesentliche Voraussetzung, um an gesellschaftlichen und politischen Debatten mit biologischen Inhalten teilnehmen zu können.

Eine Grundlage für eine Partizipation an der modernen Wissensgesellschaft stellt das Beherrschen der dort genutzten (Fach-)Sprache dar. Hier leistet der Biologieunterricht durch die gezielte Einführung und Sicherung von Fachbegriffen sowie das Nutzen fachlicher Darstellungsformen einen wesentlichen Beitrag.

Digitale Medien und digitale Werkzeuge treten zunehmend an die Stellen analoger Verfahren und erschließen auf diese Art neue Perspektiven in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Bereichen. Ein wichtiges Element zur Erlangung übergreifender Methodenkompetenz ist es daher, digitale Medien und Werkzeuge in den Biologieunterricht zu integrieren und die Lernenden im fachlichen Umgang mit diesen zu schulen.

Kulturelle Identität ist heute in weiten Teilen durch die Erkenntnisse und Fortschritte in Naturwissenschaft und Technik geprägt. Dabei hat eine rasante Entwicklung von neuen Technologien und Produktionsverfahren sowie deren Anwendungen immer auch Auswirkungen auf das komplexe System unserer Natur. Das eröffnet einerseits Chancen, andererseits aber birgt diese Entwicklung auch hohe Risiken, die erkannt, beurteilt und beherrscht werden müssen. Insofern zielt der Biologieunterricht darauf ab, die Lernenden zu einer bewussten, reflektierten, kritischen und argumentativ fundierten Meinungsbildung zu befähigen, um Verantwortung gegenüber sich selbst und der Welt übernehmen zu können. Hier ermöglicht das Fach Anknüpfungspunkte und Verbindungen zu anderen Natur-, Geistes- und Humanwissenschaften. Eine vertiefte Bildung im Fach Biologie bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen.

2.2 Kompetenzmodell

Das Modell der naturwissenschaftlichen Kompetenz unterstützt die Übersetzung von Bildungszielen in Unterrichtsvorhaben und in Aufgabenstellungen für Prüfungen. Es stellt somit ein Bindeglied zwischen Bildungszielen und Aufgaben im Unterricht beziehungsweise in Prüfungssituationen dar.

Das Fach Biologie betreffend wird im Kompetenzmodell unterschieden zwischen den **Kompetenzbereichen** Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz (Abschnitte 2.3 und 3.2), die wesentliche Bereiche naturwissenschaftsbezogenen Arbeitens und Reflektierens beschreiben, den **Basiskonzepten** Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Information und Kommunikation, Steuerung und Regelung sowie individuelle und evolutive Entwicklung (Abschnitt 2.4), die die Vernetzung fachlicher Inhalte ermöglichen, sowie den unterschiedlichen **Anforderungsniveaus** in Grund- und Leistungskurs, die für jeden Kompetenzbereich in Abschnitt 3.3 voneinander abgegrenzt werden.

Die Inhalte, an denen die Kompetenzen erworben werden sollen, sind im Abschnitt 3.3 aufgeführt. Sie sind in Themenfelder strukturiert, welche den inhaltlichen Kern der jeweiligen Kurshalbjahre bilden. Für die Einführungsphase werden die Themen der beiden Kurshalbjahre zu einem Jahresthema 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.

Anforderungsbereiche sind kein Bestandteil fachspezifischer Kompetenzbereiche, sondern ein Merkmal von Aufgaben und werden an anderer Stelle beschrieben (vergleiche § 25 Absatz 4 OAVO³).

2.3 Kompetenzbereiche

Die Kompetenzbereiche sind in Teilbereiche gegliedert (siehe nachfolgend dargestellte Übersichtstabelle). Für jeden Teilbereich werden abschlussbezogene Bildungsstandards in Form von Regelstandards (Abschnitt 3.2) angegeben. Sie definieren, welche Kompetenzen Lernende „in der Regel“ beziehungsweise im Durchschnitt in einem Fach erreichen sollen. Die Kompetenzbereiche, ihre Teilbereiche und die zugehörigen Bildungsstandards werden aus den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18. Juni 2020) übernommen. Sie knüpfen an die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss an und entwickeln diese spezifisch für die gymnasiale Oberstufe weiter.

Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und Inhalte bilden die Grundlage für die unterrichtliche Arbeit in der Sekundarstufe II. Die in Abschnitt 3.2 aufgeführten Bildungsstandards sind abschlussbezogen formuliert. Damit diese von den Lernenden erreicht werden können, ist der fachbezogene Kompetenzerwerb über die gesamte Lernzeit der gymnasialen Oberstufe zu fördern.

Die Bildungsstandards sind so formuliert, dass sie bezüglich der konkreten Lerninhalte variabel interpretiert werden können. In Lern- und Prüfungssituationen ist die inhaltliche Anbindung der Kompetenzen durch die ausgewiesenen Inhalte der Kurshalbjahre (vergleiche Abschnitt 3.3) gegeben. Die Verben in den Standards beschreiben zu erwerbende Kompetenzen. Sie sind nicht gleichzusetzen mit Operatoren in Aufgaben, stehen aber nicht im Widerspruch zu diesen.

Die Bildungsstandards sind nicht nach Anforderungsniveaus differenziert formuliert. Die unterschiedlichen Anforderungen für den Grundkurs und den Leistungskurs in den Bildungsstandards ergeben sich durch die in Abschnitt 3.3 genannten Aspekte und vertiefenden Inhalte in den Themenfeldern.

Die vier Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz durchdringen einander und bilden gemeinsam die **Fachkompetenz** im jeweiligen Fach ab. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Wissen und Können in den jeweiligen Kompetenzbereichen, also von Kenntnissen und Fähigkeiten, und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben. Die Kompetenzbereiche sind in Teilkompetenzbereiche untergliedert.

Die Kompetenzbereiche erfordern jeweils bereichsspezifisches **Fachwissen**. Das Fachwissen besteht somit aus einem breiten Spektrum an Kenntnissen als Grundlage fachlicher Kompetenz. Zu diesem Spektrum gehören naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien, Verfahren, Denk- und Arbeitsweisen, Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen, fachliche wie überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren.

³ Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung

Die folgende Tabelle stellt die Kompetenzbereiche und Teilbereiche im Fach Biologie im Überblick dar. Den Bildungsstandards werden in Abschnitt 3.2 Kennziffern zugeordnet, auf die sich die rechte Spalte der Tabelle bezieht.

Kompetenzbereiche	Teilbereiche	Bildungsstandards
Sachkompetenz (S)	Biologische Sachverhalte betrachten	S 1–4
	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten	S 5–8
Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)	Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln	E 1–3
	Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	E 4–8
	Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	E 9–14
	Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren	E 15–17
Kommunikationskompetenz (K)	Informationen erschließen	K 1–4
	Informationen aufbereiten	K 5–10
	Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren	K 11–14
Bewertungskompetenz (B)	Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	B 1–6
	Kriteriegeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	B 7–9
	Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	B 10–12

Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Lernende erhalten die Möglichkeit, im Bereich der Sachkompetenz fundiertes Wissen über biologische Sachverhalte wie beispielsweise Phänomene, Konzepte, Theorien und Verfahren zu erwerben und Kompetenzen im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung aufzubauen. Diese Kompetenzen ermöglichen es ihnen, unter anderem theoriegeleitet Fragen zu stellen sowie anspruchsvolle Problemstellungen im Zusammenhang mit biologischen Sachverhalten zu bewältigen beziehungsweise Alltagsfragen zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten zu beantworten. Im Rahmen der Erarbeitung von und der Auseinandersetzung mit biologiespezifischen Sachverhalten bekommen die Lernenden die Möglichkeit, fachliche und naturwissenschaftliche Kompetenzen aufzubauen.

Zur Sachkompetenz im Bereich der Biologie gehört das Beschreiben, Erklären, Erläutern sowie das theoriegeleitete Interpretieren von biologischen Phänomenen. Dabei werden Zusammenhänge strukturiert sowie qualitativ und quantitativ erläutert sowie Vernetzungen zwischen Systemebenen von der molekularen Ebene bis zur Ebene der Biosphäre aufgezeigt. Jede der

Systemebenen beinhaltet häufig Eigenschaften, die in der vorherigen Ebene nicht erkennbar sind. Biodiversität wird auf der genetischen, organismischen und ökologischen Ebene beschrieben und die Notwendigkeit des Erhalts und Schutzes der Biodiversität wird mit der Bedeutung von Einheitlichkeit und Mannigfaltigkeit erläutert. Die Synthetische Evolutionstheorie wird als grundlegende Erklärungstheorie biologischer Phänomene genutzt. Möglichkeiten der Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens zur Bewältigung aktueller und zukünftiger wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Schlüsselprobleme werden erläutert; hier ergeben sich Überschneidungen zum Kompetenzbereich Bewertung.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Sie zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie der hohen Komplexität biologischer Systeme Rechnung tragen sowie dem Umstand, dass es sich um lebende Systeme handelt. Dies wirft neben wissenschaftspropädeutischen auch ethische Fragen auf. Die Grenzen dieser Methoden in ihrer Anwendung auf Lebewesen sind evidenzbasiert zu erarbeiten, und zwar in wissenschaftspropädeutischer und ethischer Hinsicht. Dabei besteht naturgemäß eine Verzahnung zum Kompetenzbereich Bewertung.

Wissenschaftliches Arbeiten in der Biologie umfasst im Sinne des hypothetisch-deduktiven Vorgehens ausgehend von einem Phänomen die Verknüpfung der folgenden Schritte:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung beziehungsweise Stützung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Der Erkenntnisprozess ist in der Regel von Anfang an und durchgehend theoriebasiert, wobei auch explorative Erkenntnisprozesse wie das Entwickeln von Hypothesen zum wissenschaftlichen Vorgehen gehören.

Biologiespezifisch ist die Unterscheidung von funktionalen und kausalen wie auch von proximaten und ultimaten Erklärungsweisen.

Je nach Forschungsgegenstand und Fragestellung wird der hypothetisch-deduktive Erkenntnisprozess in verschiedenen biologischen Arbeitsweisen umgesetzt, nämlich dem Beobachten, Vergleichen/Ordnen, Experimentieren sowie Modellieren.

Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nut-

zen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Biologisch kompetent kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen.

Das Erschließen umfasst die zielgerichtete und selbstständige Recherche zu biologischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien. Relevante, aussagekräftige Informationen und Daten werden ausgewählt und Informationen aus Quellen mittels verschiedener, auch komplexer Darstellungsformen erschlossen.

Zur Aufbereitung gehört die kriteriengeleitete Auswahl fach- und problembezogener Sachverhalte. Es folgen Strukturierung, Interpretation, Dokumentation auch mithilfe digitaler Werkzeuge in fachtypischen Darstellungsformen und die Ableitung von Schlussfolgerungen sowie die Angabe von Quellen. Dabei ist zwischen funktionalen und kausalen wie auch proximativen und ultimaten Erklärungen zu unterscheiden, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen.

Der Austausch individuell verarbeiteter Informationen erfolgt jeweils unter Verwendung der Fachsprache sowie sach- und adressatengerecht. Der eigene Standpunkt sowie Lösungsvorschläge werden klar und begründet mitgeteilt.

Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen beziehungsweise Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Bewertungskompetenz umfasst dabei die Fähigkeit, bewertungsrelevante Situationen wahrzunehmen und relevante Sachinformationen und Argumente und deren Herkunft sowie damit verbundene Werte zu identifizieren. In einem Bewertungsprozess werden Handlungsoptionen ausgewertet, Entscheidungen in Bezug auf biologische Aspekte aufgrund von gesellschaftlichen und persönlich relevanten Werten und Normen getroffen, begründet sowie reflektiert.

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vergleiche § 7 Absatz 7 OAVO). 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 (vergleiche § 6 Absatz 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergienmöglichkeiten 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.

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich zum Beispiel in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaften 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 (vergleiche Abschnitt 1.3). Zum anderen können im Fachunterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eng verwandte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.4 Strukturierung der Fachinhalte und Basiskonzepte

Die Fachinhalte sind in Themenfelder gegliedert und Kurshalbjahren zugeordnet.

Der Beschreibung von biologischen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Biologie ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Basiskonzepte unterstützen durch das Entdecken gleicher Erklärungsmuster zum einen die Vertiefung der bis zum Mittleren Schulabschluss erworbenen Kompetenzen, zum anderen erleichtern sie den Aufbau neuer Kompetenzen, indem sie einen nachhaltigen und vernetzten Wissenserwerb fördern. Diese Basiskonzepte ermöglichen eine mehrperspektivische, vernetzte und vertiefte Herangehensweise an Themen und Problemstellungen des Biologieunterrichts und eine Fokussierung auf zentrale Aspekte innerhalb der Vielfalt biologischer Phänomene. Basiskonzepte lassen sich auf verschiedenen Systemebenen betrachten.

Die Basiskonzepte werden aus den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18. Juni 2020) übernommen. Sie berücksichtigen die Ziele des Unterrichts der gymnasialen Oberstufe in besonderer Weise und sind anschlussfähig an die Basiskonzepte und Inhaltsfelder der Sekundarstufe I.⁴

Lebewesen sind offene Systeme, die in stofflichen, energetischen und informatorischen Wechselwirkungen mit ihrer Umwelt stehen, zu Selbstregulation fähig sind und sich individuell und evolutiv entwickeln. Daraus werden folgende Basiskonzepte für den Biologieunterricht abgeleitet:

- **Struktur und Funktion**
- **Stoff- und Energieumwandlung**
- **Information und Kommunikation**
- **Steuerung und Regelung**
- **Individuelle und evolutive Entwicklung**

Im folgenden Abschnitt werden die Basiskonzepte näher erläutert und neben einer fachlichen Beschreibung exemplarisch Anwendungssituationen aufgeführt. Weiterhin werden zu jedem

⁴ vergleiche Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I / Gymnasium. Biologie

Basiskonzept Kurshalbjahre benannt, in denen der Bezug zum jeweiligen Basiskonzept in besonderer Weise herzustellen ist.

Struktur und Funktion

Das Basiskonzept Struktur und Funktion beschreibt den Sachverhalt, dass es zwischen einer Struktur und deren Funktion in der Regel einen Zusammenhang gibt. Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist auf verschiedenen Systemebenen, von den Molekülen bis zur Biosphäre, relevant und gilt für Lebewesen und Lebensvorgänge. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, zum Beispiel Kompartimentierung, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Oberflächenvergrößerung, Gegenspielerprinzip, Gegenstromprinzip.

Dieses Basiskonzept hilft unter anderem beim Verständnis des Baus von Biomolekülen, der Funktion der Enzyme, der Zellorganellen, der Organe, der Ökosysteme.

Die darauf bezogenen Themenfelder sind:

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

Q1 – Speicherung und Realisierung genetischer Information

Q2 – Entstehung und Entwicklung des Lebens, Neurobiologie; Sinnesorgane und Gehirn

Q3 – Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung

Q4 – Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Stoff- und Energieumwandlung

Das Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme offene, sich selbst organisierende Systeme sind, die im ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Alle Lebensprozesse benötigen Energie und laufen unter Energieumwandlungen ab. Lebewesen nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und scheiden Stoffe wieder aus. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, zum Beispiel Fließgleichgewicht, Stoffkreislauf, Energieentwertung, energetische Kopplung.

Dieses Basiskonzept hilft unter anderem beim Verständnis der Fotosynthese, der Ernährung und der Stoffkreisläufe.

Die darauf bezogenen Themenfelder sind:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen

Q3 – Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung

Information und Kommunikation

Das Basiskonzept Information und Kommunikation beschreibt den Sachverhalt, dass Lebewesen Informationen aufnehmen, weiterleiten, verarbeiten, speichern und auf sie reagieren. Kommunikation findet auf verschiedenen Systemebenen statt: In einem vielzelligen Organismus sind alle Organe, Gewebe, Zellen und deren Bestandteile beständig an der Kommunikation beteiligt. Auch zwischen Organismen findet Kommunikation auf vielfältige Weise statt. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, zum Beispiel Signaltransduktion, Codierung und Decodierung von Information.

Dieses Basiskonzept hilft unter anderem beim Verständnis der Verschlüsselung von Information auf der Ebene der Makromoleküle, der Erregungsleitung, des Lernens und den anthropogenen Einflüssen auf Ökosysteme.

Die darauf bezogenen Themenfelder sind:

Q1 – Speicherung und Realisierung genetischer Information

Q2 – Entstehung und Entwicklung des Lebens; Neurobiologie; Sinnesorgane und Gehirn

Q4 – Einfluss des Menschen auf Ökosysteme

Steuerung und Regelung

Das Basiskonzept Steuerung und Regelung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme viele Zustandsgrößen in Grenzen halten, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich kurzfristig stark ändern. Dabei werden innere Zustände aufrechterhalten oder funktionsbezogen verändert. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, zum Beispiel positive und negative Rückkopplung, Prinzip der Homöostase.

Dieses Basiskonzept hilft unter anderem beim Verständnis der Proteinbiosynthese, der hormonellen Regulation, der neuronalen Steuerung und der Populationsentwicklung sowie dem Einfluss des Menschen auf Ökosysteme.

Die darauf bezogenen Themenfelder sind:

E1/E2 – Struktur und Funktion von Zellen; Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen; Humanbiologische Aspekte der Zellbiologie

Q1 – Speicherung und Realisierung genetischer Information

Q2 – Neurobiologie; Sinnesorgane und Gehirn

Q3 – Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

Q4 – Einfluss des Menschen auf Ökosysteme; Nachhaltigkeit, Biodiversität

Individuelle und evolutive Entwicklung

Das Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung beschreibt den Sachverhalt, dass sich lebende Systeme über verschiedene Zeiträume im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen verändern. Die individuelle Entwicklung von Lebewesen und die Weitergabe ihrer genetischen Information durch Fortpflanzung sind die Grundlage für evolutive Entwicklung. Sexuelle Fortpflanzung führt zur Rekombination von genetischem Material und erhöht die genetische Variation. Zusammen mit Selektion ist genetische Variation eine wichtige Ursache für Artwandel. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, zum Beispiel Zelldifferenzierung, Reproduktion, Selektion.

Dieses Basiskonzept hilft unter anderem beim Verständnis der Entstehung des Lebens und der Humangenetik, der homologen Organe und der Herkunft des Menschen sowie der Veränderung von Ökosystemen.

Die darauf bezogenen Themenfelder sind:

E1/E2 – Humanbiologische Aspekte der Zellbiologie

Q1 – Gene und Gentechnik

Q2 – Entstehung und Entwicklung des Lebens

Q3 – Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

Q4 – Einfluss des Menschen auf Ökosysteme; Nachhaltigkeit, Biodiversität

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 (Abschnitt 3.2), aufgeführt. Die verbindlichen Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3.3) werden in Kurshalbjahre und Themenfelder thematisch strukturiert. 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 wachsender Komplexität der fachlichen Zusammenhänge und der kognitiven Operationen entwickeln sie in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre Fachkompetenz 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 (vergleiche die ausführliche Darstellung in Abschnitt 2.4) Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Die Bildungsstandards sind nicht nach Kursen auf grundlegendem Niveau (Grund- und Leistungskurs) und auf erhöhtem Niveau (Leistungskurs) differenziert. Hingegen werden in den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase 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 Absatz 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: Sachkompetenz (S)

Biologische Sachverhalte betrachten

Die Lernenden

- S 1** ■ beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht,
- S 2** ■ strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten,
- S 3** ■ erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden,
- S 4** ■ formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten

Die Lernenden

- S 5** ■ strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten,
- S 6** ■ stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar,
- S 7** ■ erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt,
- S 8** ■ erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

Kompetenzbereich: Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln

Die Lernenden

- E 1** ■ beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
- E 2** ■ identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten,
- E 3** ■ stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Lernenden

- E 4** ■ planen und führen hypothesesgeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
- E 5** ■ berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
- E 6** ■ berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,
- E 7** ■ nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
- E 8** ■ wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Lernenden

- E 9** ■ finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- E 10** ■ beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
- E 11** ■ widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug),
- E 12** ■ diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E 13** ■ reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E 14** ■ stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Lernenden

- E 15** ■ reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (zum Beispiel Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit),
- E 16** ■ reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
- E 17** ■ reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

Kompetenzbereich: Kommunikationskompetenz (K)**Informationen erschließen**

Die Lernenden

- K 1** ■ recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K 2** ■ wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
- K 3** ■ prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K 4** ■ analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin / des Autors.

Informationen aufbereiten

Die Lernenden

- K 5** ■ strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
- K 6** ■ unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K 7** ■ erklären Sachverhalte aus ultimater und proximater Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen,
- K 8** ■ unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
- K 9** ■ nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
- K 10** ■ verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Lernenden

- K 11** ■ präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K 12** ■ prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K 13** ■ tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,

- K 14** ■ argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

Kompetenzbereich: Bewertungskompetenz (B)

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Lernenden

- B 1** ■ analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz,
- B 2** ■ betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven,
- B 3** ■ unterscheiden deskriptive und normative Aussagen,
- B 4** ■ identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
- B 5** ■ beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
- B 6** ■ beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Lernenden

- B 7** ■ stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,
- B 8** ■ entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,
- B 9** ■ bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Lernenden

- B 10** ■ reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
- B 11** ■ reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,
- B 12** ■ beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

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 beziehungsweise zu erweitern (Kompensation) sowie Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl der Grundkurs- und Leistungskursfächer entsprechend vorbereitet zu sein. Zum anderen werden sie 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. In diesem Kontext beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der Allgemeinen Hochschulreife. Durch die Wahl von Grund- und Leistungskursen ist die Möglichkeit gegeben, individuelle Schwerpunkte zu setzen und auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus zu lernen.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind die Themenfelder 1 bis 3 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Die „zum Beispiel“- beziehungsweise „an einem Beispiel“- Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich beziehungsweise können frei gewählt werden. Inhalte im Kontext der Formulierung „am Beispiel“ sind hingegen 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 – in der Regel circa 24 Unterrichtswochen – vorgesehen. Die verbleibende Unterrichtszeit bietet die Möglichkeit, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern, und den notwendigen Zeitrahmen für Unterrichtsvorhaben, die in besonderer Weise auf den Kompetenzerwerb in den einzelnen Kompetenzbereichen ausgerichtet sind. Darüber hinaus kann diese Zeit auch zur Bearbeitung eines nicht verbindlichen Themenfeldes genutzt werden.

Qualifikationsphase

Verbindliche Grundlage des Unterrichts sind im Kurshalbjahr Q1 die Themenfelder 1 bis 3, im Kurshalbjahr Q2 die Themenfelder 1 und 3, im Kurshalbjahr Q3 die Themenfelder 1 und 2 und im Kurshalbjahr Q4 das Themenfeld 1, insgesamt 8 Themenfelder. Im Hinblick auf die schriftlichen Abiturprüfungen können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

Die „zum Beispiel“- beziehungsweise „an einem Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich beziehungsweise können frei gewählt werden. Inhalte im Kontext der Formulierung „am Beispiel“ sind hingegen verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden.

Hinweise zur Art und Weise vertiefender Bearbeitung

Der Umfang der Themenfelder erfordert bei gekennzeichneten einzelnen Inhalten das Bearbeiten auf einer allgemeinen Ebene als „Übersicht“ beziehungsweise „Schema“ beziehungsweise „Prinzip“. Eine „Übersicht“ beinhaltet in diesem Zusammenhang eine allgemeine, strukturierende tabellarische Zusammenfassung, zum Beispiel der abiotischen Faktoren im Ökosystem und deren Wirkung auf die Lebewesen. Unter „Schema“ wird eine komprimierte bildliche Darstellung verstanden, zum Beispiel 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, zum Beispiel die Stoffaufnahme und -abgabe in Verbindung mit den Vorgängen der Endo- und Exozytose. Eine umfassende Vertiefung der so charakterisierten Inhalte ist nicht verpflichtend. Sie kann für ausgewählte Inhalte schul- beziehungsweise 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 (vergleiche Abschnitt 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 (vergleiche Abschnitt 3.3) auch eine Differenzierung im Leistungsniveau. Ein exemplarisches Arbeiten lässt Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus erkennbar werden.

Grund- und Leistungskurse führen 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.

Zusätzlich vertiefen Leistungskurse die Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und der Aspektreichtum des Faches noch deutlicher 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 Selbsttätigkeit der Lernenden vor allem während des Experimentierens sowie des Erarbeitens fachlicher Kenntnisse und deren gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Bezüge.

Die Anforderungen im Leistungskurs unterscheiden sich daher nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ von denen im Grundkurs. Dies zeigt sich in allen Kompetenzbereichen.

Das erhöhte Anforderungsniveau im Leistungskurs zeichnet sich durch eine Zunahme von Komplexität, Abstraktheit, Breite und Tiefe sowie Differenziertheit aus. Im Bereich der Sachkompetenz äußert sich dies darin, dass zu bestimmten Themen mehr Sachverhalte in höherer Komplexität und Tiefe betrachtet werden.

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz bedingt das erhöhte Anforderungsniveau eine höhere Komplexität der bearbeiteten Fragestellungen, ihrer Umsetzung in konkreten Denk- und Arbeitsweisen sowie eine vertiefte Reflexion des Prozesses der Erkenntnisgewinnung.

Im Bereich der Kommunikationskompetenz besitzen die Lernenden des erhöhten Anforderungsniveaus ein umfangreicheres Fachvokabular und sind in der Lage, Fachtexte zu komplexeren Inhalten zu verstehen.

Im Bereich der Bewertungskompetenz von naturwissenschaftlichen Sachverhalten können Lernende auf erhöhtem Anforderungsniveau komplexere Argumente mit Belegen heranziehen und damit eigene Standpunkte differenzierter begründen.

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 bis 3

Qualifikationsphase (Q)

Q1 Genetik und Gentechnik	
Themenfelder	
Q1.1	Speicherung und Realisierung genetischer Information
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 bis 3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q2 Evolution: Informationsverarbeitung in Lebewesen	
Themenfelder	
Q2.1	Entstehung und Entwicklung des Lebens
Q2.2	Spannungsfeld Evolutionstheorie
Q2.3	Neurobiologie
Q2.4	Sinnesorgane und Gehirn

verbindlich: Themenfelder 1 und 3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

Q3	Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen; Stoffwechselphysiologische Zusammenhänge
Themenfelder	
Q3.1	Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen
Q3.2	Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung
Q3.3	Adaptationen von Pflanzen und Tieren an ihre Umwelt

verbindlich: Themenfelder 1 und 2; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

Q4	Einfluss des Menschen auf Ökosysteme; Nachhaltigkeit, Biodiversität
Themenfelder	
Q4.1	Einfluss des Menschen auf Ökosysteme; Nachhaltigkeit, Biodiversität
Q4.2	Dynamik von Lebensgemeinschaften

verbindlich: Themenfeld 1; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

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 zellulären 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, zum Beispiel aus dem medizinischen oder ernährungsphysiologischen Bereich, Stellung zu beziehen und entsprechende persönliche und gesellschaftliche Handlungsoptionen abzuleiten.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Erarbeitung der Inhalte der Kursjahre werden die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung** und **Individuelle und evolutive Entwicklung** in besonderem Maße angewendet und thematisiert.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 bis 3

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

Folgendes Wissen aus der E-Phase muss in der Qualifikationsphase ständig verfügbar sein: Aufbau von Proteinen, Mechanismus der Enzymwirkung und -hemmung, Zellzyklus, Bau und Funktion der Zellorganellen (Übersicht), pro- und eukaryotische Zelle, Biomembran, Stofftransport, Kohlenhydrate

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 (Evolution der Eucyten)
- Diffusion, Osmose und Plasmolyse (experimentell)
- Biomembran (Schema) und Membranmodelle (Übersicht)
- biochemischer Aspekt I: Aufbau von Lipiden (polare / hydrophile und unpolare / hydrophobe Molekülseite, Bilayerstrukturen)
- biochemischer Aspekt II: Aufbau der Kohlenhydrate (Glucose 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 (zum Beispiel Katalase, Urease, Amylase)
- Mechanismus der Enzymwirkung an einem ausgewählten Beispiel (zum Beispiel Ernährung und Verdauung)
- Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur (RGT-Regel), pH-Wert und Substratkonzentration
- kompetitive und allosterische / nicht-kompetitive Hemmung (Prinzip, zum Beispiel Medikamente und Giftstoffe als Inhibitoren)
- ein Beispiel für Enzyme im Alltag (zum Beispiel 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 Blastozyste (Übersicht)
- embryonale Schädigungen (zum Beispiel Röteln, Congenital, Alkohol)

E.4 Entwicklungsbiologie A – Tierentwicklung

- Zusammenspiel von Zellteilung, Zelldifferenzierung und Morphogenese (zum Beispiel Fruchtentwicklung mit Metamorphose)
- Bedeutung von Modellorganismen (zum Beispiel Drosophila melanogaster, Caenorhabditis elegans)

E.5 Entwicklungsbiologie B – Pflanzenentwicklung

- Zusammenspiel von Zellteilung, Zelldifferenzierung und Morphogenese (zum Beispiel 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 Erarbeitung der Inhalte des Kurshalbjahres werden die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Steuerung und Regelung und Individuelle und evolutive Entwicklung** aufgegriffen und weiter ausdifferenziert sowie **Information und Kommunikation** unter entsprechender Schwerpunktsetzung erarbeitet.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 bis 3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

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

Q1.1 Speicherung und Realisierung genetischer Information (5 Wochen)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Aufbau und Replikation der DNA: Watson-Crick-Modell (Schema), Nukleotide, semikonservative Replikation (Schema)
- Ablauf der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten: Transkription, Struktur und Funktion von mRNA, Translation, Ribosom, tRNA, genetischer Code einschließlich des Umgangs mit der Code-Sonne
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal
- Genmutationen (Substitution, Deletion, Insertion, Duplikation)
- grundlegende Prinzipien der Evolution: Rekombination, Mutation

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)**Keine Inhalte ausgewiesen****Q1.2 Gene und Gentechnik (4 Wochen)****grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikation des Epigenoms durch DNA-Methylierung
- PCR und Gelelektrophorese

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Modifikation des Epigenoms: Histonmodifikation (Methylierung, Acetylierung)
- Bau und Vermehrung von Bakterien (Schema)
- Gentechnik: Veränderung von DNA, Einbau von Fremd-DNA in Wirtszellen (Plasmide und Viren als Vektoren), Klonierung
- gentechnisch veränderte Organismen (zum Beispiel Insulin produzierende Bakterien)
- RNA-Interferenz

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

- Genetik menschlicher Erkrankungen: Analyse von Familienstammbäumen (Erbgänge: monohybrid, autosomal, ginosomal, dominant-rezessiv)
- Gentest und Beratung
- Gentherapie (Prinzip)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin
- gentherapeutische Verfahren (an einem Beispiel)

Q1.4 Anwendungsgebiete der Gentechnik und ihre gesellschaftlichen Herausforderungen (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Methode der Präimplantationsdiagnostik an einem Beispiel und ethische Herausforderungen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- CRISPR/Cas-Methode
- Gentechnik: Risiken und Chancen
- ein Beispiel für die biotechnologische Herstellung von Medikamenten

Q1.5 Modelle zur Steuerung der Genaktivität (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Krebs: unkontrollierte Zellteilung, Tumor, Metastase

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Telomere und Zellalterung
- Steuerung der Genaktivität in verschiedenen Entwicklungsphasen und Lebewesen (Prinzip)
- Homöobox-Gene

Q2 Evolution; Informationsverarbeitung in Lebewesen

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 molekularbiologische, genetische, ethologische und ökologische Erkenntnisse. Sie beschreibt, wie zentrale Evolutionsfaktoren (zum Beispiel 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. Folglich ist der Evolutionsgedanke integrales und vernetzendes Element aller Themen der Kurshalbjahre.

Formenvielfalt und Angepasstheit 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 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 (zum Beispiel der Hominiden) geleitet sind vom jeweils zeitgebundenen Wissensstand und der jeweils vorherrschenden Hypothese.

Ein Verständnis der Evolutionstheorie, ihrer wissenschaftlichen Belege aber auch der noch offenen Fragen (zum Beispiel 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. Die Lernenden erkennen zudem, dass sich aus der genetischen Variabilität des Menschen aufgrund des naturalistischen Fehlschlusses keine Aussagen über den Umgang mit biologischer Vielfalt in der Gesellschaft ableiten lassen.

Im Vordergrund der Informationsverarbeitung steht die neuronale Informationsverarbeitung in Lebewesen. Sie liefert Erklärungen und modellhafte Veranschaulichungen für das Verständnis komplexer Verhaltensweisen und deren Veränderung auf physiologischer Ebene. Dabei erarbeiten sich die Lernenden grundlegende neurophysiologische Vorgänge und elementare Mechanismen der Informationsverarbeitung auf der zellulären beziehungsweise molekularen Ebene. Diese beschreiben sie mithilfe einfacher Modellvorstellungen. Die Lernenden erläutern, wie zum Beispiel durch Medikamente, Drogen oder Nervengifte neurophysiologische Prozesse und damit die physische und psychische Gesundheit beeinflusst oder durch Krankheiten, wie zum Beispiel Alzheimer, Parkinson oder Multiple Sklerose, verändert werden können.

Im Themenfeld „Sinnesorgane und Gehirn“ können einzelne Schwerpunkte aus dem Themenfeld „Neurobiologie“ vertieft und vernetzt werden.

Insgesamt sind die Lernenden in der Lage, sachgerechte Beiträge zu gesellschaftlich relevanten Diskussionen zu leisten, wie zum Beispiel dem Drogen-, Alkohol- oder Medienkonsum.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Erarbeitung der Inhalte des Kurshalbjahres werden die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Information und Kommunikation, Steuerung und**

Regelung und Individuelle und evolutive Entwicklung aufgegriffen und weiter ausdifferenziert.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden; je nach Länge der Kurshälftenjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

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

Q2.1 Entstehung und Entwicklung des Lebens (7 Wochen)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Belege für die Evolution: molekularbiologische Homologien
- weitere grundlegende Prinzipien der Evolution: Selektion, Verwandtschaft, Variation, Fitness, Isolation, Drift, Artbildung, Biodiversität, Koevolution, populationsgenetischer Artbegriff
- Synthetische Evolutionstheorie, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen
- Stammbäume: ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- proximate (exogen und endogen) und ultimate (adaptiver Wert für die Fitnessmaximierung) Ursachen von Verhalten (Prinzip), adaptiver Wert von Verhalten: reproduktive Fitness, Kosten-Nutzen-Analyse

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Evolution des Menschen: Ursprung, Fossilgeschichte, hypothetische Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen
- kulturelle Evolution: Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung
- Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten

Q2.2 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 (zum Beispiel Nationalsozialismus)

Q2.3 Neurobiologie (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Bau und Funktion der Nervenzelle: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung
- Synapsen: Funktion der erregenden chemischen Synapse am Beispiel Acetylcholin-führender Synapsen, ligandenabhängige und spannungsabhängige Kanäle, Stoffeinwirkung an Acetylcholin-führenden Synapsen an einem Beispiel (zum Beispiel Medikamente, Gifte, Drogen, Alkohol), neuromuskuläre Synapse
- Potenzialmessungen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Rezeptorpotenzial
- primäre und sekundäre Sinneszelle
- Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung
- Verrechnung des Informationsflusses an Synapsen (EPSP, IPSP, räumliche und zeitliche Summation, Funktion einer hemmenden Synapse)
- zelluläre Prozesse des Lernens
- Störungen des neuronalen Systems (Prinzip: zum Beispiel Alzheimer oder Parkinson)
- neurophysiologische Verfahren (Prinzip: ein bildgebendes Verfahren der Hirnforschung)

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

- ein Sinnesorgan: Aufbau und Signaltransduktion (von der Sinneswahrnehmung über die Erregungsleitung zur Reaktion)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Gehirnaufbau und -funktion beim Menschen (Übersicht)

Q3 Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen; Stoffwechselphysiologische Zusammenhänge

Ökosysteme stellen offene, mit ihrer Umwelt interagierende Systeme dar, welche die Energie des Sonnenlichts als primäre Energiequelle nutzen und in Stoffkreisläufe eingebunden sind. Im Themenfeld „Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen“ erschließen sich die Lernenden ökologische Sachverhalte und Zusammenhänge, indem sie Ökosysteme als komplexe Beziehungsgefüge von Biotop und Biozönose auffassen und erläutern. Durch eine handlungsorientierte Beschäftigung mit einem selbst gewählten konkreten Ökosystem wird den Lernenden 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 der Zellatmung gewinnen die Lernenden exemplarisch einen vertieften Einblick in den Ablauf biochemischer Prozesse. Das Themenfeld „Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung“ wird durch fachpraktisches Arbeiten vertieft. Um beobachtete Zusammenhänge kausal interpretieren zu können, soll hypothesesgeleitet das fachliche Verfahren des Experimentierens sowie die planmäßige und systematische Variation einer unabhängigen Variable in einem Experimental- sowie einem Kontrollansatz durchgeführt werden. Beobachtete Zusammenhänge können somit kausal interpretiert werden.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Erarbeitung der Inhalte des Kurshalbjahres werden die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung** und **Individuelle und evolutive Entwicklung** aufgegriffen und weiter ausdifferenziert.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 2; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

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

Q3.1 Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen (5 Wochen)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

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

- biotische Faktoren (Übersicht): intra- und interspezifische Beziehungen, Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehung
- ökologische Nische
- Stoffkreislauf und Trophieebenen am Beispiel des Kohlenstoffkreislaufes: Produzenten, Konsumenten, Destruenten
- Energiefluss, Nahrungsnetz
- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Stickstoffkreislauf
- idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum
- Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien
- quantitative Erfassung von Arten in einem Areal

Q3.2 Grundlegende Stoffwechselprozesse: Fotosynthese und Grundlagen der Zellatmung (7 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)****Aufbauender Stoffwechsel**

- funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau mesophyter Pflanzen, Feinbau Chloroplast
- Lichtabsorption: Chlorophyll-Absorptionsspektrum, Wirkungsspektrum
- Chromatografie
- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Primärreaktion / lichtabhängige Reaktionen (Schema)
- Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration
- Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, vollständige Summengleichung der Fotosynthese
- fachpraktisches Arbeiten (zum Beispiel Chromatografie oder Sauerstoffproduktion in Abhängigkeit von Licht, Temperatur beziehungsweise CO₂-Angebot bei der Wasserpest, Stärkebildung)

Abbauender Stoffwechsel

- Feinbau Mitochondrium (Schema)
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette
- Summengleichung der gesamten Zellatmung

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen

- Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel
- Stoffwechselregulation auf Enzymebene
- Stofftransport zwischen Kompartimenten

- chemiosmotische ATP-Bildung
- Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-/ADP-System

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

Aufbauender Stoffwechsel

- Lichtsammelkomplex (Prinzip)
- energetisches Modell der Lichtreaktionen als Z-Schema einschließlich zyklischer Phosphorylierung
- C₄-Pflanzen
- Tracer-Methode (zum Beispiel bei der Aufklärung des Calvin-Zyklus)

Abbauender Stoffwechsel

- energetisches Modell der Atmungskette
- alkoholische Gärung und Milchsäuregärung
- fachpraktisches Arbeiten (zum Beispiel Untersuchungen von Gärbedingungen)

Q3.3 Adaptationen von Pflanzen und Tieren an ihre Umwelt (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

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

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Torpor und Winterschlaf

Q4 Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

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 und berücksichtigen dabei die Dimensionen der sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit.

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. Folglich knüpft das verbindliche Themenfeld 1 an Inhalte der vorangehenden Kurshalbjahre an, vernetzt diese und bietet Möglichkeiten, wiederholende Aspekte einfließen zu lassen.

Ökologische Modellvorstellungen geben den Lernenden Entscheidungshilfen für umweltverträgliches und nachhaltiges Handeln. Sie werden damit befähigt, Auswirkungen menschlicher Eingriffe in Ökosysteme beziehungsweise Lebensräume abzuschätzen, zu beurteilen und zu bewerten.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung der Inhalte des Kurshalbjahres sind insbesondere die Basiskonzepte **Struktur und Funktion, Information und Kommunikation, Steuerung und Regelung** sowie **Individuelle und evolutive Entwicklung** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung aufgegriffen und weiter ausdifferenziert.

Themenfelder

verbindlich: Themenfeld 1; je nach Länge der Kurshalbjahre Q1 bis Q4 können Teile eines der Themenfelder zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren verschoben werden.

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

Q4.1 Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität (4 Wochen)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität
- Bewertung von Naturschutzmaßnahmen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- nachhaltige Entwicklung am Beispiel des ökologischen Fußabdrucks
- hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt

Q4.2 Dynamik von Lebensgemeinschaften (2 Wochen)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Sukzession (Prinzip)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Artenvielfalt und Sukzession

HESSEN



**Hessisches Ministerium
für Kultus, Bildung und Chancen**
Luisenplatz 10
60185 Wiesbaden
<https://kultus.hessen.de>