

**Kernlehrplan  
für die Sekundarstufe II  
Gymnasium / Gesamtschule  
in Nordrhein-Westfalen**

**Biologie**

**(Entwurf Beteiligungsverfahren, 31.07.2025)**

NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN



NORDRHEIN-WESTFALEN

Ministerium für  
Schule und Bildung  
des Landes Nordrhein-Westfalen



ENTWURF

Herausgeber:  
Ministerium für Schule und Bildung  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Telefon 0211-5867-40  
Telefax 0211-5867-3220

poststelle@schulministerium.nrw.de  
[www.schulministerium.nrw.de](http://www.schulministerium.nrw.de)

## Vorwort

ENTWURF

**Auszug aus dem Amtsblatt des Ministeriums für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 06/22**

**Sekundarstufe II –  
Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule  
Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Bildung

ENTWURF

## **Inhalt**

	Seite
<b>Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben</b>	<b>6</b>
<b>1 Aufgaben und Ziele des Faches</b>	<b>7</b>
<b>2 Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen</b>	<b>13</b>
2.1 Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches	15
2.1.1 Kompetenzbereiche	15
2.1.2 Inhaltsfelder	18
2.1.3 Basiskonzepte	19
2.2 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase	21
2.3 Kompetenzerwartungen und Inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase	29
2.3.1 Grundkurs	34
2.3.2 Leistungskurs	42
<b>3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung</b>	<b>53</b>
<b>4 Abiturprüfung</b>	<b>59</b>

## **Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben**

Kernlehrpläne leisten einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Anspruchsniveaus an der Einzelschule sowie im ganzen Land und schaffen notwendige Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit von Lernergebnissen.

### **Kernlehrpläne**

- bieten allen an Schule Beteiligten Orientierung über die Aufgaben und Ziele der Fächer,
- geben eine curriculare Stufung vor und legen fest, welche fachbezogenen Kompetenzen einschließlich zugrundeliegender Wissensbestände Schülerinnen und Schüler am Ende der Stufen erworben haben sollen,
- stellen eine landesweite Obligatorik strukturiert in fachspezifische Inhalte und darauf bezogene fachliche Kompetenzen dar,
- sind Grundlage für die Überprüfung von Lernergebnissen und Leistungsständen,
- fokussieren auf überprüfbares fachliches Wissen und Können. Aussagen zu allgemeinen, fächerübergreifend relevanten Bildungs- und Erziehungszielen werden im Wesentlichen außerhalb der Kernlehrpläne, u. a. in Richtlinien und Rahmenvorgaben getroffen. Sie sind neben den fachspezifischen Vorgaben der Kernlehrpläne bei der Entwicklung von schuleigenen Vorgaben und bei der Gestaltung des Unterrichts zu berücksichtigen;
- bilden die curriculare Grundlage für die Entwicklung schuleigener Unterrichtsvorgaben beziehungsweise schulinterner Lehrpläne (§ 29 sowie § 70 SchulG NRW),
- beschränken sich auf zentrale fachliche Fertigkeiten und Wissensbestände. So erhalten Schulen die Möglichkeit, aber auch die Aufgabe, gegebene Freiräume schul- und lerngruppenbezogen auszugestalten. In Verbindung mit dem Schulprogramm erfolgen Schwerpunktsetzungen im Unterricht in inhaltlicher, didaktischer und methodischer Hinsicht.

Die vorliegenden Kernlehrpläne für die gymnasiale Oberstufe lösen die bisherigen Kernlehrpläne ab und setzen die bundeseinheitlichen Vorgaben der Kultusministerkonferenz (Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife) für das Land Nordrhein-Westfalen um. Mit diesen landesweit einheitlichen Standards ist eine wichtige Voraussetzung dafür geschaffen, dass Schülerinnen und Schüler mit vergleichbaren Voraussetzungen die Zentralen Prüfungen des Abiturs ablegen können.

# 1 Aufgaben und Ziele des Faches

Gegenstand der Fächer im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld sind die empirisch erfassbare, die in formalen Strukturen beschreibbare und die durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

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

Gemäß dem Bildungsauftrag von Gymnasium und Gesamtschule in der gymnasialen Oberstufe leistet das Fach Biologie einen Beitrag dazu, den Schülerinnen und Schülern eine vertiefte Allgemeinbildung zu vermitteln. Die gymnasiale Oberstufe setzt die Bildungs- und Erziehungsarbeit der Sekundarstufe I fort, vertieft und erweitert sie; sie schließt mit der Abiturprüfung ab und vermittelt die Allgemeine Hochschulreife. Individuelle Schwerpunktsetzung und vertiefte allgemeine Bildung führen auf der Grundlage eines wissenschaftspropädeutischen Unterrichts zur allgemeinen Studierfähigkeit und bereiten auf die Berufs- und Arbeitswelt vor.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt der Unterricht im Fach Biologie die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben in Schule und Unterricht u. a. im Sinne von § 2 SchulG NRW und der Richtlinien – Bildungs- und Erziehungsgrundsätze für die allgemeinbildenden Schulen.

Sprache ist ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und besitzt deshalb für den Erwerb einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung eine besondere Bedeutung. Kognitive Prozesse des Umgangs mit Fachwissen, der Erkenntnisgewinnung, der Kommunikation und der Bewertung sind ebenso sprachlich vermittelt wie der kommunikative Austausch darüber und die Präsentation von Lernergebnissen. In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und

Ideen erweitert sich der vorhandene Wortschatz, und es entwickelt sich ein zunehmend differenzierter und bewusster Einsatz von Sprache. Dadurch entstehen Möglichkeiten, Konzepte sowie eigene Wahrnehmungen, Gedanken und Interessen angemessen darzustellen.

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

### **Ziele einer vertieften biologisch-naturwissenschaftlichen Bildung**

Die Naturwissenschaft Biologie hat sich von einer eher deskriptiven zu einer vorwiegend erklärenden Wissenschaft entwickelt. Gemeinsam mit anderen Wissenschaften trägt sie dazu bei, aktuelle und zukünftige wissenschaftliche, globale wie lokale ökologische, ökonomische und soziale Probleme zu bewältigen.

Als Wissenschaft des Lebens und der Lebewesen liefert die Biologie einen wesentlichen Beitrag zu unserem Selbstverständnis und einem evolutionsbiologisch geprägten Weltbild im Kontext des jeweiligen kulturellen Hintergrundes. Sie erforscht die belebte Natur, die sich in verschiedenen Systemen abbilden lässt.

Biologische Erkenntnisse sind für die Erhaltung allen Lebens sowie entsprechender Lebensgrundlagen von hoher Relevanz. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Ernährung, Entwicklung medizinischer Produkte, Maßnahmen zum Natur- und Umweltschutz sowie der Erhalt von Biodiversität. Dies hat auch auf die künftige Gestaltung menschlicher Gesellschaften großen Einfluss. Die Veränderung von Lebensbedingungen etwa durch medizinisch nutzbare biologische Erkenntnisse stößt Debatten an, die entscheidend für die Entwicklungsrichtung von Regeln und Gesetzen menschlicher Gesellschaften sind.

Das Unterrichtsfach Biologie bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich aktiv mit der belebten Natur, ihrer Vielfalt und ihrem Formenreichtum und mit dem Menschen als Teil biologischer Systeme auseinanderzusetzen. Das Verständnis dieser Systeme erfordert, zwischen ihnen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit entwickeln Schülerinnen und Schüler im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen.



Ein emotionaler Zugang, z. B. über Originalbegegnungen mit der Natur, ist ebenfalls eine wichtige Grundlage, um Achtung vor dem Lebendigen zu entwickeln, die Verantwortung des Menschen für sein Handeln im Kleinen und Großen zu erkennen und so respekt- und verantwortungsvoll mit allen Lebewesen, mit der eigenen Gesundheit, mit den Mitmenschen und mit den Ressourcen der Natur – lokal wie global – umzugehen.

Mithilfe fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen wird für die Schülerinnen und Schüler eine differenzierte Auseinandersetzung, Erkundung, Erforschung und Erschließung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen möglich. Die Schülerinnen und Schüler erlangen ein Verständnis für den kontinuierlichen Prozess, bei dem in der Biologie Erkenntnisse gewonnen werden, und können so den Beitrag der Biologie zur Erschließung der Welt erkennen.

Der Biologieunterricht trägt durch die gezielte Einführung und Sicherung von Fachbegriffen und fachlichen Darstellungsformen wesentlich zur Entwicklung von Fachsprache bei. Dadurch erwerben die Schülerinnen und Schüler eine wesentliche Voraussetzung, sich biologisches Wissen selbst anzueignen, sich präzise und fachgerecht zu artikulieren und somit an der öffentlichen Diskussion und an wichtigen Entscheidungsprozessen mit biologischen Inhalten direkt oder mittelbar teilzuhaben. Insgesamt leistet der Erwerb der Fachsprache einen Beitrag zur Sprachbildung, die die Grundlage für eine Partizipation an der modernen Wissensgesellschaft darstellt.

Das Fach Biologie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen und zur Meinungsbildung bei. Zahlreiche Themen geben Anlass, Sachverhalte unter biologischen und außerfachlichen Gesichtspunkten zu bewerten. Die Schülerinnen und Schüler bewerten die gesellschaftlichen Auswirkungen menschlichen Handelns und werden dadurch in die Lage versetzt, ihr Verhalten an der Verantwortung gegenüber sich selbst und der Mitwelt auszurichten.

Die Entwicklung von biologischen Erkenntnissen sowie neuen Technologien und Produktionsverfahren, deren Anwendungen immer auch Auswirkungen auf die komplexen Systeme der Natur haben, birgt einerseits Chancen, andererseits aber auch Risiken, die erkannt, beurteilt und bewertet werden müssen. Eine vertiefte Bildung im Fach Biologie bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen. Damit reicht das Fach Biologie über die fachwissenschaftlichen Grenzen hinaus und hat Anknüpfungspunkte und Verbindungen zu anderen Natur-, Geistes- und Humanwissenschaften.

Zu den Zielen des Faches gehört es auch, Kompetenzen aus den Bereichen der 4 K (Kreativität, Kollaboration, Kommunikation, Kritisches Denken) zu entwickeln und zu

fördern. In einer Kultur der Digitalität gehört hierzu auch die reflektierte Auseinandersetzung mit generativen KI-Systemen.

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

### **Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe**

Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe knüpft an den Unterricht in der Sekundarstufe I an und vermittelt, neben grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten, Einsichten auch in komplexere Sach- und Naturvorgänge sowie für das Fach typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme. Dazu lernen Schülerinnen und Schüler zunehmend selbstständig biologische Sichtweisen kennen und erfahren Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens. Sie intensivieren die qualitative und quantitative Erfassung biologischer Phänomene, präzisieren Modellvorstellungen und thematisieren Modellbildungsprozesse, die auch zu einer umfangreicheren Theoriebildung führen. Die Betrachtung und Erschließung von komplexen Ausschnitten der Lebenswelt unter biologischen Aspekten erfordert von den Schülerinnen und Schülern in hohem Maße Kommunikations- und Handlungsfähigkeit.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben und zum Erreichen der Ziele vermittelt der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe fachliche und fachmethodische Inhalte unter Berücksichtigung von Methoden und Formen selbstständigen und kooperativen Arbeitens. Die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Interessen, kulturellen Hintergrund, Geschlechtersozialisation, Vorerfahrungen und fachspezifische Kenntnisse sind angemessen zu berücksichtigen.

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

Aufgabe der **Einführungsphase** ist es, Schülerinnen und Schüler auf einen erfolgreichen Lernprozess in der Qualifikationsphase vorzubereiten. Wesentliche Ziele bestehen darin, neue fachliche Anforderungen der gymnasialen Oberstufe, u. a. bezüglich

einer verstärkten Formalisierung, Systematisierung und reflektierenden Durchdringung sowie einer größeren Selbstständigkeit beim Erarbeiten und Bearbeiten fachlicher Fragestellungen und Probleme zu verdeutlichen und einzuüben. Dabei ist es notwendig, die im Unterricht der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu konsolidieren und zu vertiefen, um eine gemeinsame Ausgangsbasis für weitere Lernprozesse zu schaffen. Insbesondere in dieser Phase ist eine individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern mit heterogenen Bildungsbiographien von besonderer Bedeutung.

In der **Qualifikationsphase** findet der Unterricht im Fach Biologie in einem Kurs auf grundlegendem Anforderungsniveau (Grundkurs) oder einem Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau (Leistungskurs) statt.

Die Anforderungen in den beiden Kursarten unterscheiden sich nicht nur quantitativ im Hinblick auf fachliche Aspekte und weitergehende Beispiele für Anwendungssituationen, sondern vor allem qualitativ, etwa im Grad der Vertiefung und Vernetzung der Fachinhalte sowie in der Vielfalt des fachmethodischen Vorgehens.

Sowohl im Grundkurs als auch im Leistungskurs erwerben Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung. Sie entwickeln die Fähigkeit, sich mit grundlegenden Fragestellungen, Sachverhalten, Problemkomplexen und Strukturen des Faches Biologie auseinanderzusetzen. Sie machen sich mit wesentlichen Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches vertraut und können in exemplarischer Form Zusammenhänge im Fach und mit anderen Fächern herstellen und problembezogen nutzen.

Der Unterricht im **Grundkurs** unterstützt durch vielfältige Bezüge und Vernetzungen die Einsicht in die Bedeutung des Faches Biologie für die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

Im **Leistungskurs** erweitern Schülerinnen und Schüler die oben beschriebenen Fähigkeiten im Sinne einer vertieften und reflektierten wissenschaftspropädeutisch angelegten Denk- und Arbeitsweise. Im Vergleich zum Grundkurs wird dabei durch die differenziertere und stärker vernetzte Bearbeitung von Inhalten, Modellen und Theorien die Komplexität des Faches deutlicher. Die Schülerinnen und Schüler beherrschen Arbeits- und Fachmethoden in einer Weise, die ihnen selbstständiges Anwenden, Übertragen und Reflektieren in variablen Situationen ermöglicht. Dabei gelingt ihnen eine zielgerichtete und souveräne Vernetzung von innerfachlichen Teilaspekten, aber auch von verschiedenen fachlich relevanten Disziplinen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen zudem während der gesamten Einführungs- und Qualifikationsphase in ihrer persönlichen und fachlichen Entwicklung individuelle

Förderung erfahren und entsprechende Kompetenzen erwerben, die sie in ihrer Weiterentwicklung zu sozialen, studier- und berufsfähigen Individuen unterstützen. Somit können sie aktiv und verantwortungsbewusst an ihrer persönlichen Lebensgestaltung mitwirken.

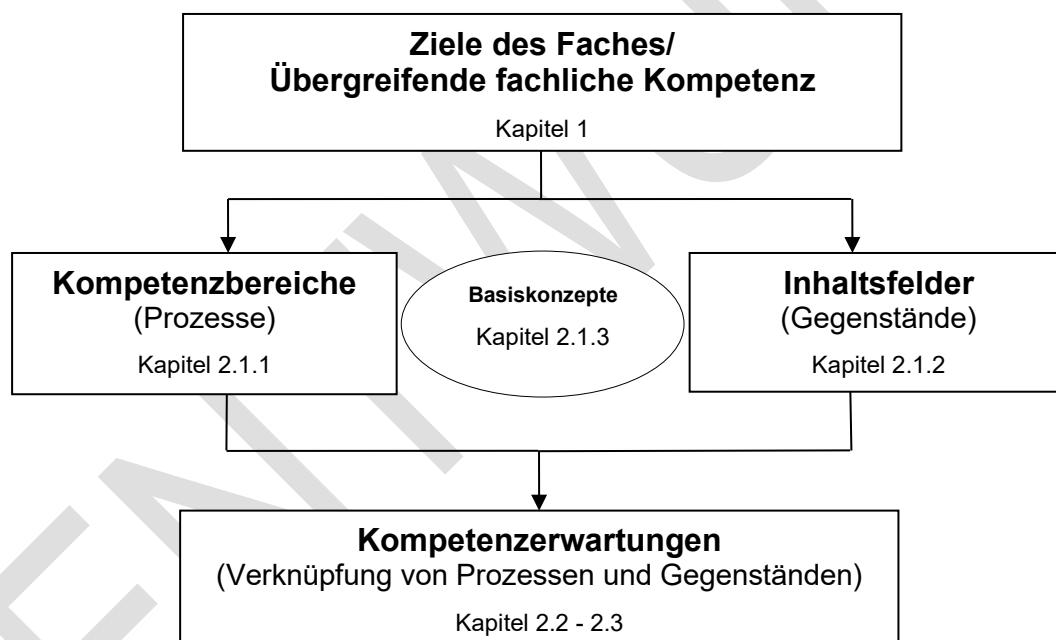
Im **Projektkurs** wird Schülerinnen und Schülern unter einem thematischen Dach ein projekt- und anwendungsorientiertes Arbeiten ermöglicht, das in besonderer Weise die Selbstständigkeit und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit schult, auf das wissenschaftliche Arbeiten im Studium bzw. auf die Anforderungen des Berufslebens vorbereitet und gleichzeitig die Grundlagen für die Präsentationsprüfung oder die Besondere Lernleistung im 5. Abiturfach legt. Dabei weisen die jeweils individuell oder in Kleingruppen erstellten Produkte Bezüge zu ausgewählten inhaltlichen Schwerpunkten und zugehörigen Kompetenzen des Kernlehrplans des von der Schülerin oder dem Schüler gewählten Referenzfaches auf.

Der vorliegende Kernlehrplan ist so gestaltet, dass er Freiräume für Vertiefung, schuleigene Projekte und aktuelle Entwicklungen lässt. Die Umsetzung der verbindlichen curricularen Vorgaben in schuleigene Vorgaben liegt in der Gestaltungsfreiheit – und Gestaltungspflicht – der Fachkonferenzen sowie in der pädagogischen Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer. Damit ist der Rahmen geschaffen, gezielt Kompetenzen und Interessen der Schülerinnen und Schüler aufzugreifen und zu fördern bzw. Ergänzungen der jeweiligen Schule in sinnvoller Erweiterung der Kompetenzen und Inhalte zu ermöglichen.

## 2 Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Im Kapitel „Aufgaben und Ziele“ der Kernlehrpläne werden u. a. Ziele bzw. die übergreifende fachliche Kompetenz des Faches beschrieben, die Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fach entwickeln sollen.

Diese werden ausdifferenziert, indem fachspezifische Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder identifiziert und ausgewiesen werden. Dieses analytische Vorgehen erfolgt, um die Strukturierung der fachrelevanten Prozesse einerseits sowie der Gegenstände andererseits transparent zu machen. In Kompetenzerwartungen werden beide Seiten miteinander verknüpft. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass der gleichzeitige Einsatz von Können und Wissen bei der Bewältigung von Anforderungssituationen eine zentrale Rolle spielt.



*Kompetenzbereiche* repräsentieren die Grunddimensionen des fachlichen Handelns. Sie dienen dazu, die einzelnen Teiloperationen entlang der fachlichen Kerne zu strukturieren und den Zugriff für die am Lehr-Lernprozess Beteiligten zu verdeutlichen.

*Inhaltsfelder* systematisieren mit ihren jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten die im Unterricht verbindlichen und unverzichtbaren Gegenstände und liefern Hinweise für die inhaltliche Ausrichtung des Lehrens und Lernens.

*Basiskonzepte* strukturieren die Beschreibung fachlicher Sachverhalte denen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde liegen. Sie ermöglichen die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven.

*Kompetenzerwartungen* führen Prozesse und Gegenstände zusammen und beschreiben die fachlichen Anforderungen und intendierten Lernergebnisse, die kontinuierlich bis zum Ende der Sekundarstufe II erreicht werden sollen.

### Kompetenzerwartungen

- beziehen sich auf beobachtbare Handlungen und sind auf die Bewältigung von Anforderungssituationen ausgerichtet,
- stellen im Sinne von Regelstandards die erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf einem mittleren Abstraktionsgrad dar,
- beschreiben Ergebnisse eines kumulativen, systematisch vernetzten Lernens,
- können in Aufgabenstellungen umgesetzt und überprüft werden.

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

## 2.1 Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches

Der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen, die für eine vertiefte biologisch-naturwissenschaftliche Bildung erforderlich sind.

### 2.1.1 Kompetenzbereiche

Die Biologie unterscheidet die vier untereinander vernetzten Kompetenzbereiche Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz sowie Bewertungskompetenz.

Die **Sachkompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren verbunden mit 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, u. a. theoriegeleitet Fragen zu stellen sowie anspruchsvolle Problemstellungen im Zusammenhang mit biologischen Sachverhalten zu bewältigen bzw. 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.

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen verbunden mit 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 bzw. 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.

Korrelationen werden auf zugrundeliegende kausale Zusammenhänge geprüft.

Biologiespezifisch ist die Unterscheidung von kausalen, das heißt proximalen und ultimativen sowie funktionalen Erklärungsweisen.

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

Die **Kommunikationskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen verbunden mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht, auch in digitalen kollaborativen



Arbeitssituationen 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 kausalen, also proximalen und ultimativen sowie funktionalen 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.

Die **Bewertungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren verbunden mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. 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 gesellschaftlich akzeptierten und persönlich relevanten Werten und Normen getroffen, begründet sowie reflektiert.

### **2.1.2 Inhaltsfelder**

Kompetenzen sind immer an fachliche Inhalte gebunden. Eine vertiefte biologisch-naturwissenschaftliche Bildung soll deshalb mit Blick auf die nachfolgenden Inhaltsfelder bis zum Ende der Sekundarstufe II entwickelt werden.

#### **Zellbiologie**

Das Inhaltsfeld Zellbiologie beschäftigt sich mit der Zelle als kleinste Einheit aller Organismen und Grundbaustein des Lebens. Ausgehend von Aufbau und Funktionen der Zelle wird das Zusammenwirken ihrer Kompartimente erklärt. Mithilfe genetischer, biochemischer und physiologischer Grundlagen können zelluläre Prozesse analysiert werden. Die experimentelle Arbeitsweise der Biologie wird anhand mikroskopischer und physiologischer Methoden praktisch umgesetzt.

#### **Neurobiologie**

Im Inhaltsfeld Neurobiologie geht es um die Informationsverarbeitung als wesentliches Kennzeichen biologischer Systeme. Ausgehend von Bau und Funktion von Nervenzellen und Synapsen sind hierfür die Informationsumwandlung und Erregungsleitung im Nervensystem sowie im Weiteren die Verschränkung mit dem Hormonsystem grundlegend.

#### **Stoffwechselphysiologie**

Das Inhaltsfeld Stoffwechselphysiologie beschäftigt sich mit den grundlegenden Zusammenhängen zwischen aufbauenden und abbauenden Stoffwechselwegen. Bei den Prozessen der Fotosynthese und der Zellatmung erfolgt die Energieumwandlung auch aufgrund der Kompartimentierung in Chloroplasten und Mitochondrien nach einem vergleichbaren Prinzip. Dabei ist die Stoffwechselaktivität abhängig von ökologischen Faktoren. Funktionale Anpassungen finden sich auf verschiedenen Systemebenen.

#### **Ökologie**

Das Inhaltsfeld Ökologie thematisiert die komplexe Struktur und Dynamik von Ökosystemen auf verschiedenen Ebenen, welche durch Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen sowie Stoff- und Energieumwandlung verdeutlicht werden. Auswirkungen von abiotischen und biotischen Umweltfaktoren auf eine Art zeigen sich in ihrer

ökologischen Nische. Herausforderungen des Umwelt-, Natur- und Artenschutzes sowie Fragen des Ressourcenverbrauchs sind wesentliche Aspekte der ökologischen Dimension nachhaltiger Entwicklung.

### **Genetik und Evolution**

Im Inhaltsfeld Genetik und Evolution werden die molekulargenetischen Grundlagen des Lebens und ihre Bedeutung für den dynamischen Prozess der Entwicklung des Lebens behandelt. Mit der Speicherung und Realisierung der genetischen Information sowie der Veränderung und Regulation von Genen lassen sich Ursache-Wirkungsbeziehungen auf verschiedenen Systemebenen erklären. Ausgehend von molekularbiologischen Homologien können phylogenetische Stammbäume die mögliche Verwandtschaft von Lebewesen visualisieren. Die Synthetische Evolutionstheorie wird als grundlegende Theorie zur Erklärung biologischer Phänomene genutzt.

#### **2.1.3 Basiskonzepte**

Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Lebewesen sind offene Systeme, die in stofflichen, energetischen und informatischen Wechselwirkungen mit ihrer Umwelt stehen, zu Selbstregulation fähig sind und sich individuell und evolutiv entwickeln. Gemäß den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife werden daraus folgende Basiskonzepte abgeleitet:

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

Diese Basiskonzepte ermöglichen eine multiperspektivische, 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.

Basiskonzepte unterstützen durch das Entdecken gleicher Erklärungsmuster zum einen die Vertiefung der bis zum Ende der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen, zum anderen erleichtern sie den Aufbau neuer Kompetenzen, indem sie einen nachhaltigen und vernetzten Wissenserwerb fördern.

In den Kapiteln 2.2 und 2.3 werden jeweils im Anschluss an die inhaltlichen Schwerpunkte und die konkretisierten Kompetenzerwartungen ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten aufgeführt. Die dort exemplarisch aufgezeigten Aspekte des Inhaltsfeldes eignen sich besonders als Beitrag zum Aufbau des jeweiligen Basiskonzepts, sind jedoch nicht als abschließende Auflistung zu verstehen.

ENTWURF

## 2.2 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase

Am Ende der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe I – über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

#### *Biologische Sachverhalte betrachten*

Die Schülerinnen und Schüler

- S1 beschreiben elementare zellbiologische Sachverhalte und ihre Anwendungen sachgerecht,
- S2 strukturieren und erschließen elementare zellbiologische Phänomene und ihre Anwendungen auch mithilfe von Basiskonzepten,
- S3 erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen,
- S4 formulieren zu biologischen Phänomenen theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

#### *Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten*

Die Schülerinnen und Schüler

- S5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften von Zellen auch mithilfe von Basiskonzepten,
- S6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar,
- S7 erläutern Prozesse in und zwischen Zellen sowie zwischen Zellen und ihrer Umwelt.

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

### *Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln*

Die Schülerinnen und Schüler

- E1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu zellbiologischen Sachverhalten,
- E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

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

Die Schülerinnen und Schüler

- E4 planen Untersuchungen und Modellierungen hypothesengeleitet, führen sie durch und protokollieren sie,
- E5 berücksichtigen bei der Planung von Untersuchungen sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
- E6 beschreiben die Bedeutung der Variablenkontrolle beim Experimentieren,
- E7 nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
- E8 wenden Laborgeräte und -techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

### *Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E9 finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- E10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und nennen mögliche Fehlerquellen,
- E11 überprüfen die Hypothese,

- E12 erläutern Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E13 reflektieren die Methode der Erkenntnisgewinnung,
- E14 nutzen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden auch chemische und physikalische Grundkenntnisse.

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E15 stellen Möglichkeiten und Grenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses bei Fragestellungen zu lebenden Systemen dar,
- E16 beschreiben die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
- E17 beschreiben Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K1 recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,
- K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K4 analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

- K5 strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
- K6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K7 beschreiben die Unterschiede zwischen ultimativen und proximalen Erklärungen,
- K8 beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
- K9 nutzen geeignete Darstellungsformen bei der Aufbereitung biologischer Sachinformationen,
- K10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten.

*Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K11 präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K12 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
- K14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten und berücksichtigen dabei empirische Befunde.

**Bewertungskompetenz**

*Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B1 reflektieren die Bewertungsrelevanz eines Sachverhalts,
- B2 betrachten Sachverhalte aus biologischer und ethischer Perspektive,



- B3 beschreiben die Unterschiede zwischen deskriptiven und normativen Aussagen,
- B4 benennen Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
- B5 beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
- B6 stellen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen dar.

*Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B7 wenden Bewertungskriterien unter Beachtung von Normen und Werten an,
- B8 wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab,
- B9 begründen die eigene Meinung kriteriengeleitet mit Sachinformationen und Werten.

*Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B10 reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
- B11 reflektieren den Prozess der Bewertung,
- B12 beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie.

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Einführungsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Zellbiologie

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.2) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

## **Inhaltsfeld Zellbiologie**

### Inhaltliche Schwerpunkte:

#### Aufbau der Zelle

- prokaryotische Zelle
- eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie
- Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung

#### Genetik der Zelle

- Mitose: Chromosomen, Cytoskelett
- Zellzyklus: Regulation
- Meiose
- Rekombination
- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen

#### Biochemie der Zelle

- Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine
- Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung

#### Physiologie der Zelle

- Energieumwandlung: ATP-ADP-System, Redoxreaktionen
- Anabolismus und Katabolismus
- Enzyme: Kinetik, Regulation
- physiologische Anpassungen: Homöostase

#### Fachliche Verfahren

- Mikroskopie
- Analyse von Familienstammbäumen
- Untersuchung von osmotischen Vorgängen
- Untersuchung von Enzymaktivitäten

## **Sachkompetenz**

### Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9),
- erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10),
- vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8),

- erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14),
- erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6),
- beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6),
- erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6),
- analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10),
- erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7),
- erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3),
- wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13),
- stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17),
- erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14),
- entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14),
- beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11),
- erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zyto- statika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–B9),
- diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzel- len (K1–4, B1–6, B10–12).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle

Stoff- und Energieumwandlung:

Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Information und Kommunikation:

Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen

Steuerung und Regelung:

Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

## 2.3 Kompetenzerwartungen und Inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase

Am Ende der Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase – über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen **konkretisierte Kompetenzerwartungen** formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

#### *Biologische Sachverhalte betrachten*

Die Schülerinnen und Schüler

- S1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht,
- S2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten,
- S3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden,
- S4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.

#### *Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten*

Die Schülerinnen und Schüler

- S5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten,
- S6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphären-ebene) dar,

- S7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt,
- S8 erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

#### *Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln*

Die Schülerinnen und Schüler

- E1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten,
- E3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

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

Die Schülerinnen und Schüler

- E4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
- E5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
- E6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,
- E7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
- E8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- E10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
- E11 widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug),
- E12 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E13 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E14 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E15 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit),
- E16 reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
- E17 reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K1 recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

- K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
- K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K4 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 Schülerinnen und Schüler

- K5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
- K6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K7 erklären Sachverhalte aus ultimer und proximaler Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen,
- K8 unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
- K9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
- K10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

#### *Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,



- K13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,
- K14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

### **Bewertungskompetenz**

#### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz,
- B2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven,
- B3 unterscheiden deskriptive und normative Aussagen,
- B4 identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
- B5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
- B6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

#### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,
- B8 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,
- B9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

*Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
- B11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,
- B12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

### 2.3.1 Grundkurs

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Neurobiologie
- Stoffwechselphysiologie
- Ökologie
- Genetik und Evolution

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

## **Inhaltsfeld Neurobiologie**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlagen der Informationsverarbeitung

- Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung
- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse

Fachliche Verfahren

- Potenzialmessungen

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12),
- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3),
- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14),
- vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein

Stoff- und Energieumwandlung:

Energiebedarf des neuronalen Systems

Information und Kommunikation:

Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

Steuerung und Regelung:

Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

### **Inhaltsfeld Stoffwechselphysiologie**

#### *Inhaltliche Schwerpunkte:*

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

Aufbauender Stoffwechsel

- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum
- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration
- Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen

Abbauender Stoffwechsel

- Feinbau Mitochondrium
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette

Fachliche Verfahren

- Chromatografie

## **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–6, E3, K6–8),
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9),
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),
- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),
- erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle

Stoff- und Energieumwandlung:

Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Steuerung und Regelung:

Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

## Inhaltsfeld Ökologie

### Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökologische Nische

Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität

Fachliche Verfahren

- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8),
- erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8),
- analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13),
- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–8),
- bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal bestimmen und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8),

- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10),
- erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Stoff- und Energieumwandlung:

Stoffkreisläufe in Ökosystemen

Steuerung und Regelung:

Positive und negative Rückkopplung ermöglichen physiologische Toleranz

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

## Inhaltsfeld Genetik und Evolution

### Inhaltliche Schwerpunkte:

#### Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

- Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen
- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie

#### Entstehung und Entwicklung des Lebens

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen
- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale

### Sachkompetenz

#### Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6),
- erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11),
- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8),
- begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7),
- erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8),
- erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).



## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10),
- analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8),
- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8),
- analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11),
- begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–17, K4, K13, B1, B2, B5).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese

Stoff- und Energieumwandlung:

Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:

Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Steuerung und Regelung:

Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

### 2.3.2 Leistungskurs

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Neurobiologie
- Stoffwechselphysiologie
- Ökologie
- Genetik und Evolution

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

#### Inhaltsfeld Neurobiologie

##### Inhaltliche Schwerpunkte:

##### Grundlagen der Informationsverarbeitung

- Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung, primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial
- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse
- Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung

##### Neuronale Plastizität

- Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation
- Zelluläre Prozesse des Lernens
- Störungen des neuronalen Systems

##### Fachliche Verfahren

- Potenzialmessungen
- Neurophysiologische Verfahren

## **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12),
- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6),
- erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11),
- erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10),
- erläutern synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1),
- beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3),
- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14),
- vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9),
- analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein

Stoff- und Energieumwandlung:

Energiebedarf des neuronalen Systems

Information und Kommunikation:

Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

Steuerung und Regelung:

Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

## Inhaltsfeld Stoffwechselphysiologie

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Aufbauender Stoffwechsel

- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex
- Energetisches Modell der Lichtreaktionen
- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration
- Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen
- C<sub>4</sub>-Pflanzen

Abbauender Stoffwechsel

- Feinbau Mitochondrium
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette
- Energetisches Modell der Atmungskette
- Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung

Fachliche Verfahren

- Chromatografie
- Tracer-Methode

## Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–6, E3, K6–8),
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9),
- vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>- Pflanzen und erklären sie mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),

- vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),
- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),
- erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12),
- werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12),
- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle

Stoff- und Energieumwandlung:

Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Steuerung und Regelung:

Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen

## Inhaltsfeld Ökologie

### Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf, Nahrungsnetz
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökologische Nische
- Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien
- Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum

Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität
- Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt
- Ökologischer Fußabdruck

Fachliche Verfahren

- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative und quantitative Erfassung von Arten in einem Areal

## Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8),
- erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8),
- analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).

## Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13),



- interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9),
- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–8),
- bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8),
- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10),
- analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5),
- beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12),
- erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Stoff- und Energieumwandlung:

Stoffkreisläufe in Ökosystemen

Steuerung und Regelung:

Positive und negative Rückkopplung ermöglichen physiologische Toleranz

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

## Inhaltsfeld Genetik und Evolution

### Inhaltliche Schwerpunkte:

#### Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

- Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen
- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie
- Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin

#### Entstehung und Entwicklung des Lebens

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen
- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten
- Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung

#### Fachliche Verfahren

- PCR
- Gelelektrophorese
- Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

## Sachkompetenz

### Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6),
- erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11),
- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8),
- begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12),

- begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13),
- begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7),
- erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8),
- erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10),
- deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9),
- erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10),
- erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11),
- analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8),
- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8),
- analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11),
- erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7),
- diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8),
- analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11),
- erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12),
- begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–17, K4, K13, B1, B2, B5).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur und Funktion:

Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese

Stoff- und Energieumwandlung:

Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:

Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Steuerung und Regelung:

Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

### 3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im Kernlehrplan in der Regel in ansteigender Progression und Komplexität formuliert. Dies erfordert, dass Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der begleitenden Diagnose und Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lernprozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien.

Im Rahmen der Leistungsbewertung sind verschiedene Dimensionen der Leistungserbringung zu unterscheiden. Die unten genannten Dimensionen kommen in unterschiedlichen Ausprägungsgraden, in unterschiedlicher Weise und Gewichtung sowie in Kombination zum Tragen. Grundlage jeder Leistungserbringung in sämtlichen Dimensionen und Ausprägungen ist die Fachlichkeit.

		Ausprägungen der Dimensionen	
		I	II
Dimensionen der Leistungserbringung	A	Individuelleistung	Kooperative/kollaborative Leistung
	B	Hilfsmittel-/werkzeugfreie Leistung	Hilfsmittel-/werkzeugunterstützte Leistung
	C	Ad-hoc Leistung	Leistung, die auf einem längerfristig vorbereiteten Produkt beruht
	D	Monologische Leistung	Dialogische Leistung
	E	Inhaltlich geprägte Leistung	Präsentativ geprägte Leistung

Um Schülerinnen und Schüler mit vielfältigen Überprüfungsformen vertraut zu machen, ist in jedem Schuljahr sicherzustellen, dass alle Dimensionen der Leistungserbringung in den oben genannten Ausprägungen Berücksichtigung finden.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 2 des Lehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der in Kapitel 2 aufgeführten Kompetenzen und Inhalte zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden.

Die Nutzung von und Auseinandersetzung mit generativen KI-Systemen ist in angemessenem Umfang in allen Jahrgangsstufen verpflichtend. Neben der kompetenten Bedienung der KI tritt ein kritisch-reflektierter Umgang mit Ergebnissen generativer KI. Die Leistungsbewertung muss beides berücksichtigen.

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz benannt und in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOST) näher spezifiziert. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten“ sowie „Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOST angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und erfassten Inhalte und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu beachten.

### **Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“**

Für den Einsatz in Klausuren kommen Aufgabenarten in Betracht, wie sie in Kapitel 4 aufgeführt sind.

### **Klausuren**

Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u. a. die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit

einer kriteriengeleiteten Bewertung unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche. Beispiele für Prüfungsaufgaben und Auswertungskriterien sowie Konstruktionsvorgaben und Operatorenübersichten können auf den Seiten des Bildungsportals unter <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/> abgerufen werden.

Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung gemäß APO-GOST hinreichend Rechnung getragen werden. Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache und die äußere Form sollen allerdings nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.

### **Gleichwertige komplexe Leistungsnachweise**

Neben Klausuren tragen in der gymnasialen Oberstufe gleichwertige komplexe Leistungsnachweise dazu bei, die Schülerinnen und Schüler zunehmend mit den Anforderungen der mündlichen Abiturprüfungen, Präsentationsprüfungen und besonderen Lernleistungen vertraut zu machen. Vor diesem Hintergrund kommen im Rahmen gleichwertiger komplexer Leistungsnachweise insbesondere solche Überprüfungsformen zur Anwendung, die auf diese Prüfungsformate vorbereiten.

In ihrer jeweiligen Ausgestaltung orientieren sich auch gleichwertige komplexe Leistungsnachweise an den Prinzipien und Formen wissenschaftspropädeutischen Arbeitens. Als Wissenschaftspropädeutik wird eine Hinführung zu wissenschaftlichen Denkweisen und Arbeitstechniken (u.a. Stellen von Fragen, Definieren von Problemen, Bilden von Hypothesen, treffendes Interpretieren, schlüssiges Argumentieren und adressatenbezogenes Kommunizieren, Gliedern von Themen und Strukturieren von Texten, zielführendes Präsentieren und Visualisieren von Informationen), Methoden des Erkenntnisgewinns (u.a. selbstständige Materialrecherche, nachvollziehbares Belegen und plausibles Begründen) sowie zu einer wissenschaftlichen Grundhaltung (u.a. Reflektiertheit, Interessiertheit, neugierige Haltung, kritisches Hinterfragen, Kausalitätsergründung, Offenheit) verstanden.

Ein gleichwertiger komplexer Leistungsnachweis umfasst im Schwerpunkt eine mündliche oder praktische Vermittlungsform. Die Vermittlungsformen können in Teilen überlappen.

Fachspezifisch sind als gleichwertiger komplexer Leistungsnachweis zugelassen:

Vermittlungsform	Format
Mündlich	Fachlicher Vortrag mit vertiefendem Fachgespräch; ggf. angebunden an ein Produkt, das aus dem Unterricht entstanden ist.
Praktisch	Fachpraktische Arbeit

### Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ können neben den nachfolgend aufgeführten Überprüfungsformen weitere zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausgeführten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung. Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in Prüfungen des vierten und fünften Prüfungsfaches – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Mitarbeit“ zählen u. a. unterschiedliche Formen der individuellen und kooperativen/kollaborativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z. B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z. B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schülerinnen und Schüler bekommen durch die Verwendung unterschiedlicher Überprüfungsformen vielfältige Möglichkeiten, ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und zu dokumentieren.

Der Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch schriftliche, mündliche und praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kompetenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Der „Sonstigen Mitarbeit“ insgesamt liegen die Kriterien Qualität, Quantität und Kontinuität zugrunde.

### Überprüfungsformen beider Beurteilungsbereiche

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der gesamten gymnasialen Oberstufe soll – auch mit Blick



auf die individuelle Förderung – ein möglichst breites Spektrum verschiedener Formen in schriftlichen, mündlichen und praktischen Kontexten zum Einsatz kommen. Wichtig für die Nutzung der Überprüfungsformen im Rahmen der Leistungsbewertung ist es, dass sich die Schülerinnen und Schüler zuvor in geeigneten Anwendungssituationen hinreichend mit diesen vertraut machen konnten.

Die nachfolgenden Überprüfungsformen sind verbindlich einzusetzen. Sie können Schülerinnen und Schülern auch die Möglichkeit bieten, generative Assistenzsysteme (KI) unter Beachtung von kritischer Reflexion und Metakognition zu nutzen. Darüber hinaus sind weitere Überprüfungsformen zulässig.

### **Experimentelle und fachpraktische Aufgaben**

Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Biologieunterrichts gerecht. Diese können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben Formulierung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf der Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und/oder quantitative Untersuchung von Zusammenhängen auch im Rahmen von Untersuchungen oder Feldstudien.

### **Analyseaufgaben**

Analyseaufgaben können sich beispielsweise aus experimentellen Aufgaben ergeben, indem gewonnene Daten oder Messreihen ausgewertet und zur Überprüfung oder Generierung von Hypothesen bzw. Modellen genutzt werden. Die Auswertung und Evaluation experimentell gewonnener Daten geht auch mit der Reflexion des Versuchsplans und der systematischen sowie der individuellen Fehler einher. Die Analyse und Interpretation von Daten im Hinblick auf Trends und Gesetzmäßigkeiten führt zur Beantwortung biologischer Fragestellungen.

### **Präsentationsaufgaben**

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

### **Darstellungsaufgaben**

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/oder Erklären eines biologischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

### **Bewertungs-/ Beurteilungsaufgaben**

Das Fach Biologie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unterscheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.

## 4 Abiturprüfung

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung sowie zur Präsentationsprüfung und zur besonderen Lernleistung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden (u. a. Bildungsstandards), basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die in Kapitel 2 dieses Kernlehrplans für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei der Lösung von Abituraufgaben sind generell Kompetenzen und Inhalte nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur“ (Abiturvorgaben), die auf den Seiten des Bildungsportals unter <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/> abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Verpflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen sowie in der Präsentationsprüfung und in der besonderen Lernleistung ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen

die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in allen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage. Diese besteht im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster für Klausuren, im vierten Prüfungsfach aus der im Fachprüfungsausschuss abgestimmten schriftlichen Festlegung der erwarteten Schülerleistung und bei einer Präsentationsprüfung im fünften Prüfungsfach aus dem vom Fachprüfungsausschuss für den zweiten Prüfungsteil ergänzten zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster für Präsentationen.

Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind

- die Komplexität der Gegenstände,
- die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,
- die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,
- die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,
- das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,
- die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen,
- die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen,
- die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,
- die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie
- die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten:

### **Schriftliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt.

Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind auf den Seiten des Bildungsportals unter <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/> abrufbar.

Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abiturvorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral vorgegebene kriterielle Bewertungsraster definiert.

Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Für die Prüfung im Fach Biologie sind analog zu den Bildungsstandards folgende Aufgabenarten zulässig:

- **Aufgabenart I:** Materialgebundene Aufgabe (ggf. mit Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments)
- **Aufgabenart II:** Fachpraktische Aufgabe

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließliche aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d.h. eine Aufgabe ohne Material- oder Experimentbezug, ist nicht zulässig.

Wenn Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung fachpraktische Anteile enthalten, kann sich die Arbeitszeit erhöhen. Der zusätzliche Zeitaufwand wird verbindlich in der Aufgabe ausgewiesen.

Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO-GOST.

### **Mündliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss – gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der

mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken.

Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen.

Bei Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung zu bedenken, dass die Dauer der Vorbereitungszeit in der mündlichen Prüfung deutlich kürzer als in der schriftlichen Abiturprüfung ist. Die Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die Aufgabe der schriftlichen Prüfung.

Wenn in den Aufgaben des ersten Prüfungsteils der mündlichen Abiturprüfung im Rahmen einer materialgebundenen Aufgabe ein Demonstrationsexperiment vorgesehen ist, ist dieses vorher aufzubauen und vor Beginn der Vorbereitungszeit in Anwesenheit des Prüflings durchzuführen.

Für den Fall, dass in den Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung im ersten Prüfungsteil eine fachpraktische Aufgabe vorgesehen ist, kann die Vorbereitungszeit angemessen verlängert werden.

## **Präsentationsprüfung**

Die Präsentationsprüfung dient in Ergänzung der Formate der schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung dazu, das Spektrum der in den Kernlehrplänen verankerten Kompetenzen insgesamt möglichst umfassend im Rahmen der Abiturprüfung abzubilden. Bei der Präsentationsprüfung als fünfter Prüfungskomponente stehen längerfristig vorbereitete präsentative und dialogische, ggf. kooperative/kollaborative und hilfsmittel-/werkzeugunterstützte Leistungen im Vordergrund.

Den Ausgangspunkt für den ersten Prüfungsteil der Präsentationsprüfung bilden in der Qualifikationsphase erstellte Schülerprodukte, wobei von einem weit gefassten Produktbegriff auszugehen ist. In dem hierauf basierenden Schülervortrag stehen die präsentativen und reflexiven Kompetenzen des Prüflings im Fokus. Die Erwartungen an diesen Vortrag sind im zentral vorgegebenen Bewertungsraster festgelegt.

Der Fachprüfungsausschuss nimmt die vorliegenden Schülerprodukte vor der Prüfung zur Kenntnis. Anhand der Schülerprodukte stimmt der Fachprüfungsausschuss auf Vorschlag der Prüferin oder des Prüfers mögliche Frageimpulse für den zweiten Prüfungsteil ab und legt entsprechende Erwartungen fest.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorliegenden Schülerprodukte unter Einbezug geeigneter Medien in einem zusammenhängenden Vortrag präsentieren. In einem zweiten Prüfungsteil sollen in einem Fachgespräch vor allem den Vortrag vertiefende Fragen zu inhaltlichen wie auch methodischen Aspekten angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen. Bei Prüfungen, an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt werden, verlängert sich die Prüfungsdauer je zusätzlichem Prüfling um in der Regel 20 Minuten; die individuelle Schülerleistung muss in der Prüfung insgesamt erkennbar und bewertbar sein.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt anhand des zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsrasters. Gegenstand der Bewertung sind die im Vortrag (erster Prüfungsteil) sowie im Prüfungsgespräch (zweiter Prüfungsteil) gezeigten Leistungen. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt hierbei dem Fachprüfungsausschuss eine begründete Punktevergabe mit daraus resultierender Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab.

## **Besondere Lernleistung**

Eine weitere Möglichkeit, Prüfungsleistungen im Rahmen der verpflichtenden fünften Prüfungskomponente nachzuweisen, stellt die besondere Lernleistung dar. Ziel des

Prüfungsformats der besonderen Lernleistung ist es, Schülerinnen und Schülern über einen längerfristigen Zeitraum von zwei Halbjahren Gelegenheit zu vertiefter individueller, ggf. kooperativer/kollaborativer und hilfsmittel-/werkzeugunterstützter, weitgehend selbstgesteuerter Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten zu geben.

Grundlage einer besonderen Lernleistung können insbesondere die Ergebnisse eines Projektkurses, aber auch eines gleichwertigen abgeschlossenen fachlichen oder fachübergreifenden Projektes oder eines in den schulischen Kontext überführbaren Beitrags aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb sein.

Weitere Hinweise zu den formalen Vorgaben der einzelnen Arten der besonderen Lernleistung, insbesondere zum Verfahren, zum Kolloquium sowie zur Bewertung, finden sich in den entsprechenden Bestimmungen der APO-GOST.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Grundlage einer besonderen Lernleistung in Biologie kann zum Beispiel die experimentelle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpretation sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche Theorie – auch historisch – bearbeitet wird.