

Niedersächsisches
Kultusministerium

**Kerncurriculum für
das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe
die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe
das Berufliche Gymnasium
das Abendgymnasium
das Kolleg**

Biologie



Niedersachsen

An der Weiterentwicklung des Kerncurriculums für das Unterrichtsfach Biologie für die gymnasiale Oberstufe am Gymnasium und an der Gesamtschule, für das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium und das Kolleg waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Dr. Christina Lamche, Buchholz in der Nordheide

Eckhart Schröder, Salzhausen

Dr. Mathias Trauschke, Peine

Stefan Zantop, Hannover

Cornelia Zappetti, Oldenburg

Die Ergebnisse des gesetzlich vorgeschriebenen Anhörungsverfahrens sind berücksichtigt worden.

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (2022)

30173 Hannover, Hans-Böckler-Allee 5

Druck:

Unidruck

Weidendamm 19

30167 Hannover

Das Kerncurriculum kann als PDF-Datei vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS) (<http://www.cuvo.nibis.de>) heruntergeladen werden.



Inhalt	Seite	
1	Bildungsbeitrag des Faches Biologie	5
2	Kompetenzorientierter Unterricht	7
2.1	Kompetenzbereiche und Basiskonzepte der Biologie	7
2.2	Kompetenzentwicklung im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe	9
2.3	Fachkompetenz in der digital basierten Welt	10
3	Erwartete Kompetenzen	12
3.1	Zielsetzung der Einführungs- und Qualifikationsphase	12
3.2	Umgang mit den Kompetenztabellen	13
3.3	Kompetenzen in der Einführungsphase	14
3.4	Kompetenzen in der Qualifikationsphase	17
4	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung	27
5	Aufgaben der Fachkonferenz beziehungsweise der Fachgruppe	29
Anhang		30
A 1	Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)	30
A 2	Fachpraktische Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung (eA)	31

1 Bildungsbeitrag des Faches Biologie

Naturwissenschaften prägen durch ihre Denk- und Arbeitsweisen sowie durch Erkenntnisse und die daraus resultierenden Anwendungen grundlegend unsere moderne Gesellschaft und kulturelle Identität sowie die globale ökologische, ökonomische und soziale Situation. Sie sind von fundamentaler Bedeutung für das Verständnis unserer Welt und leisten einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung.

Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy) ist es daher, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Als Wissenschaft des Lebens und der Lebewesen liefert die Biologie dabei einen wesentlichen Beitrag. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Lebensweise, Entwicklung medizinischer Produkte sowie Maßnahmen zum Natur- und Umweltschutz. Die Erkenntnisse haben auch auf die künftige Gestaltung menschlicher Gesellschaften großen Einfluss. So werden z. B. Lebensbedingungen durch genetische und medizinische Erkenntnisse verändert sowie Debatten angestoßen, die mitbestimmend für die Entwicklungsrichtung von Gesetzen und Regeln menschlicher Gesellschaften sind.

Das Unterrichtsfach Biologie bietet den Lernenden 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 Lernende 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.

Der Biologieunterricht trägt durch die begriffliche Einführung und Sicherung von Fachtermini und fachlichen Darstellungsformen wesentlich zum kompetenten Gebrauch von Fachsprache bei. Dadurch erwerben die Lernenden 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. Somit leistet der Erwerb der Fachsprache einen Beitrag zur Sprachbildung, die die Grundlage für eine Partizipation in der modernen Wissensgesellschaft darstellt.

Die Naturwissenschaften bilden die Basis für eine Vielzahl von Berufen und Forschungsgebieten. Mit dem Erwerb spezifischer Kompetenzen wird im Unterricht des Faches Biologie in der gymnasialen Oberstufe u. a. der Bezug zu verschiedenen Berufsfeldern hergestellt. Die Schule ermöglicht damit den Lernenden, Vorstellungen über Berufe und über eigene Berufswünsche zu entwickeln, die über ein Studium beziehungsweise eine schulische, betriebliche oder duale Ausbildung zu erreichen sind. Der Fachunterricht leistet somit auch einen Beitrag zur Berufsorientierung, ggf. zur Entscheidung für einen Beruf.

Das Fach Biologie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen und zur Meinungsbildung bei. Zahlreiche Themen geben Anlass, Sachverhalte unter biologischen und außerefachlichen Gesichtspunkten zu bewerten. Die Lernenden 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. Das Fach Biologie thematisiert dabei soziale, ökonomische, ökologische, politische, kulturelle und interkulturelle Phänomene und Probleme. Es leistet damit einen Beitrag zu den fachübergreifenden Bildungsbereichen Bildung für nachhaltige Entwicklung, Medienbildung, Mobilität, Sprachbildung sowie Verbraucherbildung. Dies schließt auch die Berücksichtigung der Vielfalt sexueller Identitäten ein. Der Unterricht im Fach Biologie trägt somit dazu bei, den im Niedersächsischen Schulgesetz formulierten Bildungsauftrag umzusetzen.

2 Kompetenzorientierter Unterricht

Im Kerncurriculum des Faches Biologie in der gymnasialen Oberstufe werden die Zielsetzungen durch verbindlich erwartete Kompetenzen formuliert. Kompetenzen weisen folgende Merkmale auf:

- Sie ermöglichen die erfolgreiche und verantwortungsvolle Bewältigung von Aufgaben und Problemstellungen.
- Sie verknüpfen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu eigenem Handeln. Die Bewältigung von Aufgaben setzt gesichertes Wissen und die Beherrschung fachbezogener Verfahren voraus sowie die Einstellung und Bereitschaft, diese gezielt einzusetzen.
- Sie stellen eine Zielperspektive für längere Abschnitte des Lernprozesses dar.
- Sie sind für die persönliche Bildung und für die weitere schulische und berufliche Ausbildung von Bedeutung und ermöglichen anschlussfähiges Lernen.

Aufgabe des Unterrichts im Fach Biologie der gymnasialen Oberstufe ist es, die Kompetenzentwicklung der Lernenden anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und langfristig zu sichern. Dies gilt auch für die fachübergreifenden Zielsetzungen der Persönlichkeitsbildung. Für Berufliche Gymnasien muss durchgängig dem Prinzip der Handlungs- und Berufsorientierung Rechnung getragen werden.

2.1 Kompetenzbereiche und Basiskonzepte der Biologie

Im Kerncurriculum für das Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe werden gemäß Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife die vier Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz unterschieden. Sie durchdringen einander und bilden gemeinsam die Fachkompetenz ab. Für die Beruflichen Gymnasien ist Fachkompetenz in das übergeordnete Konzept der Handlungskompetenz eingebettet¹.

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

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

Die **Kommunikationskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

¹ Schulisches Curriculum Berufsbildende Schulen (SchuCu-BBS): <https://schucu-bbs.nline.nibis.de/>

Die **Bewertungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen 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.

Alle Teilkompetenzen werden an konkreten Fachinhalten erworben und erfordern daher jeweils Fachwissen, welches sich durch **Basiskonzepte** (siehe Tabelle 1) strukturieren lässt. Die Betrachtung biologischer Phänomene aus der Perspektive der Basiskonzepte lässt spezifische Erklärungsmuster zu, welche den nachhaltigen Erwerb von Wissen fördern sollen. Basiskonzepte ermöglichen außerdem eine Vernetzung fachlicher Inhalte. Im Kerncurriculum sind daher relevante **Prinzipien** der Basiskonzepte direkt mit den jeweils passenden Teilkompetenzen (vgl. 3.3 und 3.4) verknüpft.

Tab. 1: Basiskonzepte der Biologie

Struktur und Funktion	Das Basiskonzept Struktur und Funktion beschreibt den Sachverhalt, dass es zwischen einer Struktur und deren Funktion oft einen Zusammenhang gibt. Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist auf verschiedenen Systemebenen, von den Molekülen bis zur Biosphäre, relevant und gilt für Lebewesen und Lebensvorgänge. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Kompartimentierung, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Oberflächenvergrößerung, Gegenspielerprinzip, Gegenstromprinzip.
Stoff- und Energieumwandlung	Das Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme offene, sich selbst organisierende Systeme sind, die im ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Alle Lebensprozesse benötigen Energie und laufen unter Energieumwandlungen ab. Lebewesen nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und scheiden Stoffe wieder aus. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Fließgleichgewicht, Stoffkreislauf, Energieentwertung, energetische Kopplung.
Information und Kommunikation	Das Basiskonzept Information und Kommunikation beschreibt den Sachverhalt, dass Lebewesen Informationen aufnehmen, weiterleiten, verarbeiten, speichern und auf sie reagieren. Kommunikation findet auf verschiedenen Systemebenen statt: In einem vielzelligen Organismus sind alle Organe, Gewebe, Zellen und deren Bestandteile beständig an der Kommunikation beteiligt. Auch zwischen Organismen findet Kommunikation auf vielfältige Weise statt. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Signaltransduktion, Codierung und Decodierung von Information.
Steuerung und Regelung	Das Basiskonzept Steuerung und Regelung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme viele Zustandsgrößen in Grenzen halten, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich kurzfristig stark ändern. Dabei werden innere Zustände aufrechterhalten oder funktionsbezogen verändert. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. positive und negative Rückkopplung, Prinzip der Homöostase.
Individuelle und evolutive Entwicklung	Das Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung beschreibt den Sachverhalt, dass sich lebende Systeme über verschiedene Zeiträume im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen verändern. Die individuelle Entwicklung von Lebewesen und die Weitergabe ihrer genetischen Information durch Fortpflanzung sind die Grundlage für evolutive Entwicklung. Sexuelle Fortpflanzung führt zur Rekombination von genetischem Material und erhöht die genetische Variation. Zusammen mit Selektion ist genetische Variation eine wichtige Ursache für Artwandel. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Zelldifferenzierung, Reproduktion, Selektion.

2.2 Kompetenzentwicklung im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe

Im Unterricht soll der Aufbau von Kompetenzen systematisch und kumulativ erfolgen. Dabei werden die Lernenden dazu befähigt, mit naturwissenschaftlichem Wissen problemlösend umzugehen und es nicht im Sinne eines *trägen Wissens*² anzusammeln. Die Anwendung des Gelernten auf neue Themen, die Verankerung des Neuen im schon Bekannten und Gekonnten, der Erwerb und die Nutzung von Lernstrategien und die Kontrolle des eigenen Lernprozesses spielen bei der Kompetenzentwicklung eine wichtige Rolle.

Lernstrategien wie Organisieren, Wiedergeben von auswendig Gelerntem (Memorieren) und Verknüpfen des Neuen mit bekanntem Wissen (Elaborieren) sind in der Regel fachspezifisch lehr- und lernbar und führen dazu, dass Lernprozesse für Lernende transparent gestaltet werden können. Planung, Kontrolle und Reflexion des Lernprozesses können Lernenden die Einsicht in den Erfolg des Lernprozesses ermöglichen.

Zum Erwerb von Fachkompetenz werden Unterrichtsformen mit vielfältigen Methodenelementen situationsangepasst eingesetzt. Dabei sind Gruppen- und Projektarbeiten, insbesondere geeignete Experimente, unverzichtbar, um eigenständiges Erkunden, Problemlösen, Dokumentieren und Präsentieren zu fördern. Für nachhaltiges Lernen notwendige Übungs- und Wiederholungsphasen sind zeitlich und inhaltlich so zu planen, dass bereits erworbene Kompetenzen in variierenden Kontexten angewendet werden.

Die Vorstellungen der Lernenden vor, während und nach dem Unterricht sind konstruktiv für den Lernprozess zu nutzen. Durch das Anknüpfen an Alltagsvorstellungen oder das Kontrastieren dieser mit fachwissenschaftlichen Konzepten bieten sich Ansätze für erfolgreiches Lernen. Damit Lernende offen und produktiv mit eigenen Vorstellungen umgehen können, sollten Lern- und Prüfungsphasen im Unterricht voneinander getrennt werden.

Aufgaben können zur Erarbeitung, zum Üben und zur Diagnostik eingesetzt werden. Die Auseinandersetzung mit Lernaufgaben unterstützt die Lernenden wesentlich beim Kompetenzaufbau. Ausgehend vom Leistungsvermögen der Lernenden sind Aufgaben so zu konstruieren, dass alle Teilkompetenzen erworben und vertieft werden können. Testaufgaben dienen hingegen der kriterienbasierten Beurteilung von Leistungen der Lernenden sowie der Vorbereitung von Prüfungen. Allen Aufgaben ist gemein, dass **Operatoren** (s. Anhang 1) als verbindliche Verben zur Beschreibung von geforderten Denk- und Handlungsleistungen Verwendung finden.

² Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47, 78-92.

Durch **Anforderungsbereiche** (AFB) wird der kognitive Anspruch von Aufgaben hinsichtlich der für ihre erfolgreiche Lösung erforderlichen Performanz bezeichnet:

- AFB I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- AFB 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.
- AFB 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 Lernenden selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

In Testaufgaben liegt der Schwerpunkt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III in einem angemessenen Verhältnis zu berücksichtigen, wobei Anforderungsbereich I stärker als III gewichtet werden sollte. Der Anforderungsbereich lässt sich nicht anhand des gewählten Operators ableiten.

2.3 Fachkompetenz in der digital basierten Welt

Der Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe hat primär den Aufbau und die Förderung von Fachkompetenz zum Ziel. In einer digitalen Welt ist es erforderlich, dass sich diese Fachkompetenz auf digitalen Anwendungs- und Handlungsfeldern realisieren lässt. Dies gilt gleichermaßen für die private, gesellschaftliche und berufliche Teilhabe in Gegenwart und Zukunft. Daher gehört digital basiertes Lehren und Lernen zum festen Bestandteil von Biologieunterricht.

Nachfolgend wird aufgezeigt, welche Kompetenzen aus den sechs Kompetenzbereichen der KMK-Strategie zur Bildung in der digitalen Welt von besonderer Relevanz für das Fach Biologie sind und daher verbindlich im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe verankert werden sollen (vgl. Tabelle 2, linke Spalte). Ihnen sind exemplarisch ausgewählte Teilkompetenzen aus den Kompetenztabellen (vgl. 3.3 und 3.4) gegenübergestellt, an denen sie erworben werden können. Die konkrete Verknüpfung von fachspezifischen Kompetenzen in der digitalen Welt mit jeweils passenden Teilkompetenzen regelt das zuständige schulische Fachgremium³ bei der Erstellung des schuleigenen Arbeitsplans. Dabei findet auch das schulische Medienbildungskonzept Berücksichtigung.

Eine digitalisierte Welt erweitert nicht nur die medialen Möglichkeiten des Lehrens und Lernens, sie hat überdies grundlegende Auswirkungen auf die Biologie als Wissenschaft und somit als Unterrichtsfach.

³ Für allgemein bildende Schulen ist dies die Fachkonferenz, für Berufliche Gymnasien ist dies die Fachgruppe.

Bei der Erstellung und kontinuierlichen Anpassung des schuleigenen Arbeitsplans ist daher fortwährend zu prüfen, inwieweit digitale Lehr- und Lernangebote den Erwerb von Fachkompetenz fördern können, beziehungsweise inwiefern durch Digitalisierung veränderte Aspekte der Biologie als bildungsrelevant erachtet werden.

Tab. 2: Möglichkeiten zur fachspezifischen Umsetzung der KMK-Strategie zur Bildung in der digitalen Welt beim Erwerb von Fachkompetenz

Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt	Exemplarisch ausgewählte Teilkompetenzen des Kerncurriculums
Die Lernenden...	
Nutzung mobiler Endgeräte zum Aufsuchen von geeigneten Animationen, Filmen oder Abbildungen zu biologischen Sachverhalten in Internetquellen.	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus. • erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.
Daten und Informationsquellen zu biologischen Sachverhalten kritisch interpretieren und analysieren.	<ul style="list-style-type: none"> • grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab. • beurteilen impfkritische Aussagen und argumentieren dabei wissenschaftlich.
Gestaltung gemeinsamer Lern- und Arbeitsergebnisse durch Nutzung von interaktiven, kollaborativen und cloudbasierten Arbeitsumgebungen.	<ul style="list-style-type: none"> • präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform. • interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab.
Digital gestützte Messwerterfassung beim fachgemäßen Arbeiten: Nutzung von digitalen Endgeräten, verschiedenen Sensoren und spezifischen Applikationen bei der Ermittlung und Auswertung von Daten.	<ul style="list-style-type: none"> • planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus. • beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.
Modellierung und Dokumentation abstrakter oder komplexer biologischer Sachverhalte durch spezifische mediale Repräsentationen.	<ul style="list-style-type: none"> • simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. • simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.

3 Erwartete Kompetenzen

Dieses Kerncurriculum gilt für die gymnasiale Oberstufe am Gymnasium und an der Gesamtschule, für das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium und das Kolleg. Es bildet den Ausgangspunkt für die Erstellung sowie die fortwährende Überprüfung und Modifikation eines schuleigenen Arbeitsplans für die Einführungs- und die Qualifikationsphase. Er dient zudem als Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung von Unterrichtseinheiten an allgemein bildenden Schulen bzw. Lernsituationen an berufsbildenden Schulen durch die Fachlehrkräfte. Die Kompetenzen der Qualifikationsphase bilden zusammen mit den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife die Grundlage für die Abiturprüfung in Niedersachsen.

3.1 Zielsetzung der Einführungs- und Qualifikationsphase

In den Kapiteln 3.3 und 3.4 sind die in der Einführungsphase sowie die in der Qualifikationsphase verbindlich zu erwerbenden Kompetenzen ausgewiesen. Die besondere Aufgabe der **Einführungsphase** besteht darin, die Fachkompetenz unterschiedlich vorgebildeter Lernender zu erweitern, zu festigen und zu vertiefen, damit die Lernenden am Ende der Einführungsphase über diejenigen Kompetenzen verfügen, die die Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase sind. Damit hat der Unterricht folgende Ziele:

- Einführung in die Arbeitsweisen der Qualifikationsphase,
- Einblicke gewähren in das unterschiedliche Vorgehen der Kurse auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau zur Entscheidungshilfe bei der Fächerwahl in der Qualifikationsphase,
- mögliche Lücken schließen, die sich durch unterschiedliche Bildungsgänge ergeben haben.

Aufgabe des Biologieunterrichts in der **Qualifikationsphase** ist es, die erworbenen Kompetenzen nachhaltig zu sichern und zu vertiefen. In der Auseinandersetzung mit biologischen Fragestellungen werden Lernende fachkompetent. Selbstständiges Lernen sowie fachgemäßes Denken und Arbeiten der Lernenden werden insbesondere vor dem Hintergrund der allgemeinen Studierfähigkeit gefördert. Das Fach Biologie kann in der Qualifikationsphase wie folgt angeboten werden (siehe VO-GO⁴ und BbS-VO⁵):

- fünfstündiges Prüfungsfach auf erhöhtem Anforderungsniveau,
- dreistündiges Fach oder Prüfungsfach auf grundlegendem Anforderungsniveau.

Unterschiede zwischen dem Unterricht auf grundlegendem und auf erhöhtem Anforderungsniveau ergeben sich neben dem inhaltlichen Umfang durch die Komplexität des Unterrichtsgegenstands, den Grad der Differenzierung und die Abstraktion der Inhalte sowie durch den Grad der Beherrschung der fachgemäßen Denk- und Arbeitsweisen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Eigenständigkeit bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

⁴ Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO) vom 17. Februar 2005 in der jeweils gültigen Fassung.

⁵ Verordnung über berufsbildende Schulen (BbS-VO) vom 10. Juni 2009 in der jeweils gültigen Fassung.

3.2 Umgang mit den Kompetenztabellen

Die folgenden Kompetenztabellen führen die einzelnen Kompetenzbereiche⁶ mit den Inhalten⁷ der Bildungsstandards zusammen und zeigen auf diese Weise auf, wie Fachkompetenz zu erwerben ist.

Die Kompetenztabellen sind in Inhaltsbereiche gegliedert. Die vier Inhaltsbereiche der Qualifikationsphase entsprechen den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife. Darin sind fachspezifische Konzepte kursiv ausgewiesen. Sie strukturieren den Erwerb von Fachkompetenz aus den jeweils horizontal verknüpften Teilkompetenzen (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz). Alle Teilkompetenzen sind gleichermaßen an spezifische Inhalte geknüpft und erfordern somit entsprechendes Fachwissen.

Die aufgeführten Kompetenzen sind bis zum Ende der Qualifikationsphase verbindlich zu erwerben. Die zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau vorgesehenen Kompetenzen sind fett gedruckt hervorgehoben.

Zur Erstellung eines schuleigenen Arbeitsplans können Kompetenzen auch über Inhaltsbereiche hinaus miteinander kombiniert werden. Eine Zuordnung der Inhaltsbereiche zu einzelnen Schulhalbjahren besteht nicht. Die Basiskonzepte wurden bei der Formulierung der Kompetenzen berücksichtigt.

⁶ Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (KMK 2020; S. 13-18)

⁷ Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (KMK 2020; S. 19-22)

3.3 Kompetenzen in der Einführungsphase

Inhaltsbereich EP 1 – Biologie der Zelle			
1.1 Biomembranen grenzen Zellkompartimente ab und ermöglichen Stofftransport.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> stellen die Struktur einer Pflanze auf Organ-, Gewebe- und Zellebene dar. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen pflanzliche Gewebepräparate her, untersuchen sie lichtmikroskopisch und zeichnen einen geeigneten Zellverband. 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Skizzen zur Darstellung der Struktur der pflanzlichen Zelle mit Zellwand, Zellmembran, Vakuole, Zellkern, Chloroplasten, Zellplasma auch im Vergleich zur Tierzelle und unter Berücksichtigung von Größenrelationen. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Diffusion und Osmose. 	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen Plasmolyse und Deplasmolyse mikroskopisch. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen Befunde zur Plasmolyse und Deplasmolyse unter Beachtung von Stoff- und Teilchenebene dar. 	
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Struktur und die daraus resultierenden unpolaren und polaren Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden und erläutern die Struktur der Biomembran mit dem Fluid-Mosaik-Modell. 	<ul style="list-style-type: none"> planen ein hypothesengeleitetes Experiment zum indirekten Nachweis von Lipiden und Proteinen als Bestandteile der Biomembran, führen dieses unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, protokollieren die Ergebnisse und werten sie aus. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Kompartimentierung durch Biomembranen funktional. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern passiven und aktiven Transport durch Biomembranen. 		<ul style="list-style-type: none"> erklären Energieübertragung durch ATP funktional. 	

1.2 Enzyme steuern Lebensvorgänge in Zellen.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die räumliche Struktur von Proteinen am Beispiel eines Enzyms. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Substrat-, Wirkungsspezifität und kompetitive Hemmung bei Enzymen auf Basis des Schlüssel-Schloss-Prinzips modellhaft dar. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Funktion von Enzymen als Biokatalysatoren mithilfe von Energie diagrammen dar. 	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur, pH-Wert und Substratkonzentration. 	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Fragestellungen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität, planen ein hypothesengeleitetes Experiment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie auch unter Berücksichtigung von Fehlerquellen aus, widerlegen oder stützen Hypothesen und reflektieren die Grenzen der Aussagekraft der eigenen experimentellen Daten. 	<ul style="list-style-type: none"> • präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht. 	

Inhaltsbereich EP 2 – Zelluläre und molekulare Vorgänge der Immunabwehr

2.1 Bei Immunreaktionen kommunizieren Zellen über Moleküle.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Phagozytose von Viren und Antigenpräsentation auf MHC-II-Komplexen von Makrophagen sowie die nachfolgende Produktion spezifischer Antikörper in Plasmazellen nach B-Zellaktivierung durch T-Helferzellen als Immunantwort auf eine virale Infektion. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Vorgang des Membranflusses modellhaft dar. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die zellulären und molekularen Vorgänge der Immunabwehr bei einer Virusinfektion unter Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips grafisch dar. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Antigenpräsentation auf MHC-I-Komplexen einer Wirtszelle und nachfolgende Apoptose durch Enzyme aus zytotoxischen T-Zellen als Immunantwort auf eine virale Infektion. 			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Zelldifferenzierung am Beispiel von B- und T-Lymphozyten. 			
2.2 Der Kontakt mit spezifischen Antigenen führt zu Immunität.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Informationsspeicherung bei der Bildung von B-Gedächtniszellen nach erfolgter Immunreaktion sowie deren Funktion bei erneuten Infektionen. 	<ul style="list-style-type: none"> leiten das Phänomen der erworbenen Immunität aus Daten zur Antikörperkonzentration bei primärer und sekundärer Immunantwort im Blut ab. 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen impfkritische Aussagen und argumentieren dabei wissenschaftlich. 	<ul style="list-style-type: none"> bewerten eine Impfpflicht als präventive Maßnahme unter Berücksichtigung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungsprozesse.

3.4 Kompetenzen in der Qualifikationsphase

Inhaltsbereich QP 1 – Leben und Energie			
1.1 <i>Energieumsetzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System. erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung. 		<ul style="list-style-type: none"> nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung. unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen. 	
1.2 <i>Die Oxidation von Nährstoffen stellt Energie in Zellen bereit.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen. 		<ul style="list-style-type: none"> führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bildung von CO₂, ATP sowie NADH + H⁺ und FADH₂ beim oxidativen Abbau von Glucose. 		<ul style="list-style-type: none"> werten Befunde zur Wirkung der Phosphofruktokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus. stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte der Zellatmung strukturiert dar. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette. 		<ul style="list-style-type: none"> diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette. skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung. 	

1.3 Gärung stellt Energie unter anaeroben Bedingungen bereit			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die ATP-Synthese beim Glucoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung. erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration auf Enzymebene. 	<ul style="list-style-type: none"> planen ein hypothesengeleitetes Experiment zur alkoholischen Gärung unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie aus und widerlegen oder stützen Hypothesen. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Regeneration des NAD⁺ bei der Gärung als Anpasstheit an anaerobe Bedingungen funktional. 	
1.4 Fotoautotrophe Lebewesen stellen energetisch nutzbare Stoffe her.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente. erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells. beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Photosystemen. 	<ul style="list-style-type: none"> führen eine Dünnschichtchromatografie zur Trennung von Photosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus. 	<ul style="list-style-type: none"> leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab. skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen das energetische Modell der Primärreaktionen schematisch dar.
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen. 	<ul style="list-style-type: none"> leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar. 	

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration. 	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Fragestellungen mit Bezug auf Abhängigkeit der Fotosynthese-Rate von einem ausgewählten abiotischen Faktor, planen ein hypothesengeleitetes Experiment unter Berücksichtigung des Variablenfüßes, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie auch unter Berücksichtigung von Fehlerquellen aus, widerlegen oder stützen Hypothesen und reflektieren die Grenzen der Aussagekraft der eigenen experimentellen Daten.
<p><i>1.5 Laubblätter grüner Pflanzen zeigen spezifische strukturelle und funktionale Anpassheiten.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts. 	<ul style="list-style-type: none"> • mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts. • erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional.
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern. 	<ul style="list-style-type: none"> • werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C₃- und C₄-Pflanzen im Hinblick auf Anpassheiten aus.

Inhaltsbereich QP 2 – Vielfalt des Lebens

2.1 Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken. 	<ul style="list-style-type: none"> • leiten aus Daten die Vervielfältigung von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab. 		
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen. 			
2.2 Die Steuerung der Genexpression führt zur Bildung spezifischer Proteine.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone als Transkriptionsfaktoren. 	<ul style="list-style-type: none"> • leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird. 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat. 	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression. 			

2.3 Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen. Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismus-Ebene. beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen. 		<ul style="list-style-type: none"> leiten aus Familienstammbäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab. bewerten bioethische Aspekte eines Gentests in der genetischen Beratung auch unter Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich Kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungen. 	
2.4 Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilung und Wachstum von Zellen. 		<ul style="list-style-type: none"> werten Forschungsbefunde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus. recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus. 	
2.5 Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abstammung.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese. 		<ul style="list-style-type: none"> deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologen für phylogenetische Verwandtschaft. erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung von phylogenetischer Verwandtschaft. 	

2.6 Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zu Biodiversität.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness, Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung. beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff. 	<ul style="list-style-type: none"> simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. 	<ul style="list-style-type: none"> grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab. erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen. 	
2.7 Das Verhalten eines Individuums beeinflusst seine Überlebenswahrscheinlichkeit und reproduktive Fitness.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness. erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten. 	<ul style="list-style-type: none"> beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab. 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional. erklären Verhaltensweisen aus ultimater und proximaler Sicht und vermeiden finale Aussagen. 	
2.8 Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> vergleichen Hypothesen zum evolutionen Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen. 	<ul style="list-style-type: none"> rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale. 	<ul style="list-style-type: none"> prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen. 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution.

Inhaltsbereich QP 3 – Lebewesen in Ihrer Umwelt

3.1 Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren. 	<ul style="list-style-type: none"> wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab. 	
<ul style="list-style-type: none"> vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Populationen. 	<ul style="list-style-type: none"> planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus. 	<ul style="list-style-type: none"> präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen. 	<ul style="list-style-type: none"> werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar. 	
3.2 Die Rückwirkungen zwischen Individuenanzahl und Umweltbedingungen regulieren das Populationswachstum in Ökosystemen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen. 		<ul style="list-style-type: none"> erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional. 	

3.3 Die Wechselwirkungen in Ökosystemen lassen sich mithilfe von Stoff- und Energieflüssen beschreiben.				
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz	
Die Lernenden...				
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen. wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen. diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf den Stofffluss in einer Nahrungskette. entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab. 				
<ul style="list-style-type: none"> erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als Chemosynthese. stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar. 				
3.4 Die anthropogene Nutzung verändert die Stabilität von Ökosystemen. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.				
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz	
Die Lernenden...				
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung von Biodiversität. reflektieren kurz- und langfristige sowie lokale und globale Folgen einer Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme und bewerten deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive. 				

Inhaltsbereich QP 4 – Informationsverarbeitung in Lebewesen

4.1. Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Information.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials. 	<ul style="list-style-type: none"> leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab. 	<ul style="list-style-type: none"> skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch. 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen. 	<ul style="list-style-type: none"> simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. 	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus. 	
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten. 		
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion. 			
4.2 Das Zusammenspiel von neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.			
<ul style="list-style-type: none"> erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken. 		<ul style="list-style-type: none"> leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab. 	

4.3 Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen. 			

4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Leistungen im Unterricht sind in allen Kompetenzbereichen festzustellen. Dabei ist zu bedenken, dass die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, von den im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen nur in Ansätzen erfasst werden. Der an Kompetenzerwerb orientierte Unterricht bietet den Lernenden einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in Prüfungsphasen. Ein derartiger Unterricht schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein. In Lernphasen dienen Fehler und Umwege den Lernenden als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und die Lernenden zum Weiterlernen zu ermutigen. Prüfungsphasen haben das Ziel, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen. Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Lernenden Rückmeldungen über die erworbenen Kompetenzen und den Lehrkräften Orientierung für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung.

In Prüfungsphasen werden überwiegend Kompetenzen überprüft, die im unmittelbar vorangegangenen Unterricht erworben werden konnten. Darüber hinaus sollen jedoch auch Problemstellungen einbezogen werden, die die Verfügbarkeit von Kompetenzen eines langfristig angelegten Kompetenzaufbaus überprüfen.

Aufgaben in schriftlichen Arbeiten sind operationalisiert und in der Regel materialgebunden. Teilaufgaben in schriftlichen Arbeiten sollen unabhängig von Ergebnissen vorausgegangener Teilaufgaben lösbar sein. In schriftlichen Arbeiten liegt der Schwerpunkt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III in einem angemessenen Verhältnis zu berücksichtigen, wobei Anforderungsbereich I stärker als III gewichtet werden sollte.

Festlegungen zur Anzahl der bewerteten schriftlichen Arbeiten an allgemein bildenden Schulen regelt die Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO) in der jeweils gültigen Fassung.

Zur Ermittlung der Gesamtzensur sind die Ergebnisse der schriftlichen Arbeiten und die Bewertung der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten und 50 Prozent nicht überschreiten.

Zur Mitarbeit im Unterricht (mündliche und andere fachspezifische Leistungen) zählen z. B.:

- sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch,
- Erheben relevanter Daten (z. B. Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Interviews und Meinungsumfragen durchführen),
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten,
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung,
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokolle, Arbeitsmappen, Materialdossiers, Portfolios),

- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. Referate, Vorstellung eines Thesenpapiers, Erläuterung eines Schaubildes, Darstellung von Arbeitsergebnissen),
- verantwortungsvolle Zusammenarbeit im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren),
- Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln,
- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen,
- Anfertigen von schriftlichen Ausarbeitungen,
- mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernkontrollen,
- häusliche Vor- und Nachbereitung,
- freie Leistungsvergleiche (z. B. Teilnahme an Wettbewerben).

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So werden neben methodisch-strategischen auch die sozial-kommunikativen Leistungen angemessen berücksichtigt.

Festlegungen zu Art und Anzahl der bewerteten Lernkontrollen an Beruflichen Gymnasien treffen die Schulen in eigener Verantwortung.

Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und -bewertung müssen für Lernende und Erziehungsberechtigte transparent sein.

5 Aufgaben der Fachkonferenz beziehungsweise der Fachgruppe

Für die in diesem Abschnitt beschriebenen Aufgaben ist an allgemein bildenden Schulen die Fachkonferenz und an Beruflichen Gymnasien die Fachgruppe zuständig.

Das zuständige schulische Fachgremium erarbeitet unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und der fachbezogenen Vorgaben des Kerncurriculums einen schuleigenen Arbeitsplan. Die Erstellung des schuleigenen Arbeitsplans ist ein kontinuierlicher Prozess.

Mit der regelmäßigen Überprüfung und Weiterentwicklung des schuleigenen Arbeitsplans trägt das zuständige schulische Fachgremium zur Qualitätsentwicklung des Faches und zur Qualitätssicherung bei.

Das zuständige schulische Fachgremium hat unter anderem folgende Aufgaben: Es...

- benennt in Absprache mit den Fachlehrkräften die Halbjahresthemen der Qualifikationsphase,
- prüft kontinuierlich, inwieweit fachspezifische digitalisierte Angebote den Erwerb von Fachkompetenz fördern können,
- arbeitet fachübergreifende und fächerverbindende Anteile des schuleigenen Arbeitsplans heraus und stimmt diese mit den anderen zuständigen schulischen Fachgremien ab,
- entscheidet, welches Schulbuch eingeführt werden soll, und trifft weitere Absprachen über geeignete Materialien und Medien, die den Aufbau der Kompetenzen fördern,
- erarbeitet Konzepte zur Aktualisierung und Weiterentwicklung der Ausstattung unter besonderer Berücksichtigung von Experimenten,
- berücksichtigt die für die Umsetzung des experimentellen Zentralabiturs benötigte Ausstattung,
- entwickelt ein fachbezogenes Konzept zum Einsatz von Medien,
- berät über individuelle Förderkonzepte und Maßnahmen zur Binnendifferenzierung,
- unterstützt durch die Gestaltung von Lernsituationen verschiedene Formen des Lernens,
- wirkt mit bei der Entwicklung des Förderkonzepts der Schule und stimmt die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung ab,
- trifft Absprachen zur einheitlichen Verwendung der Fachsprache und fachbezogener Hilfsmittel,
- trifft Absprachen zur Konzeption von schriftlichen, mündlichen und fachspezifischen Lernkontrollen und ihrer Bewertung,
- bestimmt das Verhältnis von schriftlichen, mündlichen und anderen fachspezifischen Leistungen bei der Festlegung der Gesamtbewertung,
- initiiert und fördert Anliegen des Faches bei schulischen und außerschulischen Aktivitäten wie z. B. die Nutzung außerschulischer Lernorte, Exkursionen, Projekte oder Teilnahmen an Wettbewerben,
- entwickelt ein Fortbildungskonzept für die Fachlehrkräfte und informiert sich über Fortbildungsergebnisse,
- wirkt mit an Konzepten zur Unterstützung von Lernenden beim Übergang in Hochschule und Beruf.

Anhang

A 1 Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)

Ein wichtiger Bestandteil jeder Aufgabenstellung sind Operatoren. Sie bezeichnen als Handlungsverben diejenigen Tätigkeiten, die vom Prüfling bei der Bearbeitung von Prüfungsaufgaben ausgeführt werden sollen.

Operatoren werden durch den Kontext der Prüfungsaufgabe, die Formulierung bzw. Gestaltung der Aufgabenstellung sowie durch den Bezug zu Textmaterialien, Abbildungen oder Problemstellungen konkretisiert bzw. präzisiert. Die Verwendung eines Operators lässt keinen Rückschluss auf den Anforderungsbereich zu.

Die folgenden Operatoren werden in den naturwissenschaftlichen Fächern einheitlich verwendet.

Operator	Erläuterung
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten <i>Chemie zusätzlich:</i> einen Sachverhalt experimentell prüfen
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen, formulieren (<i>Biologie und Chemie</i>)	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen), Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z.B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen
beurteilen	das zu fällende Sachurteil ist mit Hilfe fachlicher Kriterien zu begründen
bewerten	einen Sachverhalt vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Werte und Normen einschätzen und dadurch zu einem Werturteil gelangen
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen

durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
diskutieren, erörtern	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen, zuordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
prüfen, überprüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

A 2 Fachpraktische Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung (eA)

Fachpraktische Aufgaben fokussieren auf die Gewinnung von Beobachtungen und Daten sowie die Planung der Datengewinnung. Sie sind Bestandteil der schriftlichen Abiturprüfung auf erhöhtem Anforderungsniveau. Fortlaufend aktualisierte Hinweise über vorzuhaltende Chemikalien, Geräte und Materialien sowie zur möglichen Konzeption von Unterrichtsangeboten veröffentlicht das niedersächsische Kultusministerium über www.gosin.de. Diese Hinweise sind in der jeweils gültigen Fassung verbindlich.