

# Biologie

## Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe

– Einführungsphase und Qualifikationsphase –

**Herausgeberin**

Die Senatorin für Kinder und Bildung,  
Rembertiring 8-12  
28195 Bremen  
<http://www.bildung.bremen.de>

Stand: 2022

**Curriculumentwicklung**

Landesinstitut für Schule  
Abteilung 2 - Qualitätssicherung und Innovationsförderung  
Am Weidedamm 20  
28215 Bremen  
Ansprechpartnerin: Dr. Nike Janke

Nachdruck ist zulässig

Bezugsadresse: <http://www.lis.bremen.de>

## Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	4
1. Aufgaben und Ziele	5
2. Bildungsstandards	7
2.1 Sachkompetenz	7
2.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz	8
2.3 Kommunikationskompetenz	10
2.4 Bewertungskompetenz	12
2.5 Basiskonzepte	13
2.6 Bildung in der digitalen Welt	14
2.7 Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)	15
3. Inhaltsbereiche und Kompetenzerwerb	15
3.1 Einführungsphase	16
3.2 Qualifikationsphase	20
4. Leistungsbewertung	32

### Anhang

Operatoren für die naturwissenschaftlichen Fächer

## Vorbemerkung

Mit dem vorliegenden *Bildungsplan Biologie – Einführungsphase und Qualifikationsphase* – liegt ein Bildungsplan vor, der die drei Jahrgänge der Gymnasialen Oberstufe umfasst. Er schließt damit sowohl an den *Bildungsplan Naturwissenschaften, Biologie, Chemie, Physik für die Oberschule* (2010) für die Jahrgänge 5 bis 10 als auch an den *Bildungsplan Naturwissenschaften, Biologie – Chemie – Physik für das Gymnasium* (2006), Jahrgangsstufe 5-10, eingeschränkt auf die Jahrgangsstufen 5 bis 9, also bis zum Eintritt in die Einführungsphase, an.

Der Bildungsplan der Gymnasialen Oberstufe orientiert sich an den Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife, Beschluss der KMK vom 18.06.2020, in denen die erwarteten Lernergebnisse als verbindliche Anforderungen in den vier Kompetenzbereichen Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz formuliert sind. Die Kompetenzbereiche setzen die Beschreibung aus den Jahrgangsstufen 5 bis 10 im Bildungsplan der Oberschule und aus den Jahrgangsstufen 5 bis 9 des gymnasialen Bildungsganges fort. Es wird damit deutlich, dass der Biologieunterricht im gesamten Bildungsgang einheitlichen Zielsetzungen genügt.

Die in diesem Bildungsplan beschriebenen Standards der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe sind verbindliche Vorgabe und Voraussetzung für den Besuch von Leistungs- und Grundkursen in der Qualifikationsphase. Für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe beschreibt der Bildungsplan die Standards für das Ende des Bildungsganges und benennt damit die Anforderungen für die Abiturprüfung in den benannten Kompetenzbereichen. Die Schulen können bei der Erstellung von Curricula eigene Schwerpunkte setzen.

Sowohl für die Einführungsphase als auch für die Qualifikationsphase sind Kompetenzen ausdifferenziert, die ein länderübergreifend einheitliches Anspruchsniveau schaffen und zu entsprechenden Abiturprüfungen führen.

Mit den Bildungsplänen werden durch die Standards die Voraussetzungen geschaffen, ein klares Anspruchsniveau an den Schulen der Freien Hansestadt Bremen zu sichern.

## 1. Aufgaben und Ziele

Der Biologieunterricht in der Gymnasialen Oberstufe setzt den Prozess des naturwissenschaftlichen Lernens auf der Grundlage der vier Kompetenzbereiche und der Vernetzung der Inhalte durch die Basiskonzepte, aufbauend auf der Entwicklung von Kompetenzen, die bis zum Eintritt in die Einführungsphase erworben wurden, fort. Der Erwerb der Kompetenzen findet an konkreten Inhalten aus den Bereichen Leben und Energie, Informationsverarbeitung in Lebewesen, Lebewesen in ihrer Umwelt sowie Vielfalt des Lebens statt.

### ***Biologie als Grundlage des modernen Weltbildes***

Die Naturwissenschaften sind von essentieller Bedeutung für das Verständnis unserer Welt, prägen unsere moderne Gesellschaft und tragen dazu bei, aktuelle und zukünftige, globale wie lokale ökologische, ökonomische und soziale Probleme zu bewältigen. Der Biologieunterricht vermittelt grundlegende Einsichten in die Denk- und Arbeitsweise, Erkenntnisse und die daraus resultierenden Anwendungen der Naturwissenschaften. Ziel ist die Befähigung, Phänomene des Lebens zu beschreiben und naturwissenschaftliche Fragestellungen daraus abzuleiten, Hypothesen zu bilden, Methoden der Erkenntnisgewinnung zu reflektieren, wissenschaftliche Informationen zu erschließen und mit dem Vorwissen zu verknüpfen sowie die Folgen von Anwendungen und Entscheidungen anhand von Kriterien zu beurteilen.

Die Biologie liefert einen wesentlichen Beitrag zum Selbstverständnis des Menschen als Teil und Gegenüber der Natur und zu einem evolutionsbiologisch geprägten Weltbild. Biologische Erkenntnisse sind für die Erhaltung allen Lebens und der Lebensgrundlagen von großer Bedeutung. Ziel des Biologieunterrichts ist es, die Achtung vor dem Lebendigen und 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.

### ***Biologie als Grundlage der Mitgestaltung gesellschaftlich-kultureller Entwicklungen***

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse finden Anwendung in Gebieten wie Gesundheit, Ernährung, Klima und Technik und beeinflussen so ökologische, ökonomische, gesellschaftliche und soziale Gefüge. Der Biologieunterricht stellt Grundlagen zum Verständnis von Erkenntnissen und Entwicklungen in den Biowissenschaften zur Verfügung, liefert Grundlagen und Kriterien zur Entscheidungsfähigkeit in Hinblick auf biologisch-gesellschaftliche Ereignisse und Entwicklungen sowie bei der Differenzierung zwischen wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen und nicht-wissenschaftlichen Behauptungen und bildet die Grundlage für die Bewertung von Chancen und Risiken neuer Technologien und Entwicklungen.

Das systematische Erfassen, Beschreiben und Erklären von Phänomenen, die Aneignung von Fachwissen, die Teilnahme an biologischen Diskussionen und Entscheidungsprozessen erfordert Fachsprache. Der Biologieunterricht trägt durch die Verwendung der Fachsprache, einer fachlich präzisen Ausdrucksweise und fachlichen Darstellungsformen zur Weiterbildung von sprachlicher Kompetenz der Lernenden bei.

Zahlreiche Themen der Biologie bieten sich zur Entwicklung von Wertvorstellungen und zur Meinungsbildung an, die auch über die Schulzeit hinaus eine Teilhabe an

gesellschaftlich relevanten naturwissenschaftlichen Auseinandersetzungen ermöglicht. Im Biologieunterricht werden Sachverhalte unter biologischen und anderen Gesichtspunkten bewertet. Der Unterricht schließt andere Wissenschaften zum Verständnis der Natur mit ein, fördert die Fähigkeiten zur Abstraktion, zum Perspektivwechsel und zum logischen sowie vernetzten Denken. Er versetzt die Lernenden in die Lage, Auswirkungen menschlichen Handelns zu erfassen, zu bewerten und ihr eigenes Verhalten zu reflektieren.

### ***Biologie als Perspektive für die berufliche Orientierung***

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe vermittelt eine vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit sowie wissenschaftspropädeutische Bildung. Die Naturwissenschaften bilden die Basis für eine Vielzahl von Berufen und Forschungsgebieten. Der Biologieunterricht eröffnet Perspektiven für die berufliche Orientierung und legt den Grundstein sowohl für ein naturwissenschaftliches Studium als auch den Einstieg in eine Berufsausbildung.

### **Arbeiten in der Einführungsphase und der Qualifikationsphase**

Die Einführungsphase ist im Allgemeinen durch Lerngruppen gekennzeichnet, in denen die Lernenden aus verschiedenen Bildungsgängen zusammenkommen und folglich heterogene Bildungsbiographien aufweisen. Ein Ziel des Unterrichts, insbesondere der Einführungsphase, besteht in einem Ausgleich solcher Heterogenität, sodass am Ende der Einführungsphase allen Lernenden die für den Einstieg in die Qualifikationsphase notwendigen Inhalte und Kompetenzen zur Verfügung stehen.

In der Qualifikationsphase arbeiten die Lernenden zunehmend selbstständig an komplexen biologischen Sachverhalten und Problem- bzw. Fragestellungen. Sie nutzen ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien, um sich ggf. weitere erforderliche Informationen auch in englischsprachigen Texten zu erschließen. Es wird zunehmend die Fähigkeit entwickelt, Ergebnisse zu deuten und zu vorhandenen Kenntnissen in Beziehung zu setzen. Die fachbezogenen Kompetenzen werden vertiefend mithilfe der Basiskonzepte strukturiert und vernetzt.

### **Grund- und Leistungskurse**

Grund- und Leistungskurse in der Qualifikationsphase unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Art der zu entwickelnden Kompetenzen, sondern in Umfang und Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfung. Außerdem verlangt die Bearbeitung biologischer Problem- und Fragestellungen von Lernenden der Leistungskurse eine erhöhte Selbststeuerung.

Das erhöhte Anforderungsniveau zeichnet sich durch eine Zunahme von Komplexität, Abstraktheit, Breite und Tiefe sowie Differenziertheit aus. Dies äußert sich im Biologieunterricht im Bereich der Sachkompetenz darin, dass im Vergleich zum grundlegenden Niveau zu bestimmten Themen mehr Sachverhalte in höherer Komplexität und Tiefe betrachtet werden. Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz bedingt das erhöhte Anforderungsniveau eine höhere Komplexität der bearbeiteten Fragestellungen, ihrer Umsetzung in konkreten Denk- und Arbeitsweisen sowie eine vertiefte Reflexion des Prozesses der Erkenntnisgewinnung. Die Lernenden des erhöhten Anforderungsniveaus besitzen im Bereich der Kommunikationskompetenz ein umfangreicheres Fachvokabular und sind in der Lage, Fachtexte zu komplexeren Inhalten zu verstehen. Im Bereich der Bewertungskompetenz von na-

turwissenschaftlichen Sachverhalten können Lernende auf erhöhtem Anforderungsniveau komplexere Argumente mit Belegen heranziehen und damit eigene Standpunkte differenzierter begründen.

Die Tatsache, dass der Erkenntniszuwachs in der Wissenschaft Biologie rasant zugenommen hat und weiter zunimmt, verlangt, dass der Biologieunterricht sich auf die Vermittlung eines Orientierungswissens beschränken muss. Dieses Wissen ist so zu strukturieren, dass es bei Bedarf zu einem umfassenderen Konstrukt ausgeweitet und vertieft werden kann. Für den Unterricht bedeutet dieses vor allem, dass ein exemplarisches Arbeiten im Mittelpunkt stehen muss.

## 2. Bildungsstandards

Die Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife, die von der Kultusministerkonferenz am 20.06.2020 beschlossen wurden, gelten für den zur Abiturprüfung führenden Unterricht in der Gymnasialen Oberstufe. In diesen Standards werden die Kompetenzen der einzelnen Bereiche näher beschrieben, welche die Lernenden am Ende der Qualifikationsphase erworben haben sollen, Basiskonzepte zur Strukturierung und Vernetzung von Wissen aufgeführt und fachliche Inhalte benannt (Kap. 3). Sie bauen auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen auf.

Der Unterricht ist nicht auf ihren Erwerb beschränkt, er soll es den Lernenden ermöglichen, darüberhinausgehende überfachliche Kompetenzen zu erwerben, weiterzuentwickeln und zu nutzen. Dazu gehören soziale und personale Kompetenzen, Lernmethoden und motivationale Einstellung.

Im Folgenden werden die einzelnen Kompetenzbereiche definiert und näher beschrieben. Sie werden in Form von Standards präzisiert. Dabei gelten die formulierten Standards für beide Anforderungsniveaus. Die vier Kompetenzbereiche durchdringen einander und bilden gemeinsam die Fachkompetenz im Fach Biologie ab. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Wissen und Können in den jeweiligen Kompetenzbereichen, also von Kenntnissen und Fähigkeiten, und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben.

### 2.1 Sachkompetenz

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

Lernende erhalten die Möglichkeit, im Bereich der Sachkompetenz fundiertes Wissen über biologische Sachverhalte wie beispielsweise Phänomene, Konzepte, Theorien und Verfahren zu erwerben und Kompetenzen im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung aufzubauen. Diese Kompetenzen ermöglichen es ihnen, 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.

### **Biologische Sachverhalte betrachten**

Zu diesem Kompetenzteilbereich gehören die folgenden vier Standards:

Die Lernenden ...

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

### **Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten**

In Ergänzung zum ersten Kompetenzteilbereich, der auf das Beschreiben und Erklären von biologischen Phänomenen und Sachverhalten fokussiert, geht es im zweiten Kompetenzteilbereich um das Erschließen von Zusammenhängen in biologischen Systemen.

Die Lernenden ...

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

## **2.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese

zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

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

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

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung 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.

Biologiespezifisch ist die Unterscheidung von funktionalen und kausalen wie auch von proximativen und ultimativen Erklärungsweisen.

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

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

Die Lernenden ...

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

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

Die Lernenden ...

- E 4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie;
- E 5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge;

- E 6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren;
- E 7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus;
- E 8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.

### **Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren**

Die Lernenden ...

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

### **Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren**

Die Lernenden ...

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

## **2.3 Kommunikationskompetenz**

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. 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 mit Hilfe digitaler Werkzeuge in fachtypischen Darstellungsformen und die Ableitung

von Schlussfolgerungen sowie die Angabe von Quellen. Dabei ist zwischen funktionalen und kausalen wie auch proximativen und ultimativen 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.

### **Informationen erschließen**

Die Lernenden ...

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

### **Informationen aufbereiten**

Die Lernenden ...

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

### **Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren**

Die Lernenden ...

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

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

## 2.4 Bewertungskompetenz

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

### Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Lernenden ...

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

### Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Lernenden ...

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

### Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Lernenden ...

- B 10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen;
- B 11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive;

- B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

## 2.5 Basiskonzepte

In den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004) werden drei Basiskonzepte beschrieben, die in den Bildungsstandards für die allgemeine Hochschulreife zu fünf Basiskonzepten ausdifferenziert wurden. Fachspezifische **Basiskonzepte** tragen in Verbindung mit den zu entwickelnden Kompetenzen dazu bei, einen lernwirksamen und zukunftsorientierten Biologieunterricht zu erteilen. Sie ermöglichen einerseits Zugänge und Strukturierungen der Inhaltsbereiche, die den Lernenden helfen, die Gegenstände der Biologie zu erfassen und einzuordnen. Andererseits dienen sie der Metareflexion der erworbenen Kenntnisse.

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

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. Daraus werden folgende Basiskonzepte für den Biologieunterricht abgeleitet: Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Information und Kommunikation, Steuerung und Regelung sowie individuelle und evolutive Entwicklung. Diese Basiskonzepte ermöglichen eine mehrperspektivische, vernetzte und vertiefte Herangehensweise an Themen und Problemstellungen des Biologieunterrichts und eine Fokussierung auf zentrale Aspekte innerhalb der Vielfalt biologischer Phänomene. Basiskonzepte lassen sich auf verschiedenen Systemebenen betrachten.

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

Basiskonzept	Prinzipien
<b>Struktur und Funktion</b>	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.
<b>Stoff- und Energieumwandlung</b>	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.
<b>Information und Kommunikation</b>	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.
<b>Steuerung und Regelung</b>	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.
<b>Individuelle und evolutive Entwicklung</b>	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.

## 2.6 Bildung in der digitalen Welt

Der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe hat primär den Aufbau und die Förderung von Fachkompetenz zum Ziel. Angesichts der zunehmenden Digitalisierung ist es jedoch erforderlich, die Ausbildung der Fachkompetenz mit einem breiten Spektrum an digitalen Anwendungs- und Handlungsfeldern zu verbinden.

Grundlage sind die Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) und die ergänzende Empfehlung „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ (2021) der Kultusministerkonferenz. In der ergänzenden Empfehlung wird die Verwendung digitaler Werkzeuge erweitert zur Gestaltung digital gestützter Lehr-Lern-Prozesse. Dazu

zählen die digitale gestützte Kommunikation, individuelles Lernen und Üben mit digital gestützter Rückmeldung und die Erstellung kollaborativ-vernetzt erstellter digitaler Produkte der Lernenden. Sie liefern einen Rahmen, um Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien fachspezifisch zu konkretisieren. Für das Fach Biologie sind in Kapitel 3 Kompetenzen von besonderer Relevanz aufgelistet.

## **2.7 Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

Der Unterricht im Fach Biologie bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, den Erwerb der fachlichen Inhalte in den Kontext globaler ökologischer, ökonomischer, sozialer und politischer Entwicklungsdimensionen zu stellen und damit in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu verankern. Anknüpfungspunkte, die den Einfluss des Menschen auf seine eigenen Lebensbedingungen sowie auf seine Umwelt – lokal wie global – thematisieren, finden sich in allen Inhaltsbereichen. Kapitel 3 gibt dazu gezielt Hinweise. Dabei soll nicht allein die Perspektive der Industrieländer eingenommen, sondern es sollen auch Lebensbedingungen in Ländern des globalen Südens und Schwellenländern im Kontext übergreifender globaler Zusammenhänge betrachtet werden. Beispiele sind ökologische Zusammenhänge, Erhalt der Artenvielfalt und die Folgen des Klimawandels, Chancen und Risiken gentechnischer Verfahren und deren ethische Betrachtung, Umgang mit natürlichen Ressourcen, Bekämpfung von Hunger und weltweit verbreiteten Krankheiten. Zum Verständnis der Folgen menschlichen Handelns sind fundierte biologische Kenntnisse beispielsweise zu heimischen Ökosystemen und ihrer Stoffkreisläufe und zu den Anwendungen gentechnischer Verfahren unabdingbar.

Das Ziel dabei ist die Reflexion einer individuellen Haltung, Entwicklung sinnstiftender Handlungsfähigkeit, Förderung von Kreativität, Verantwortungsbewusstsein und Gemeinschaftssinn.

## **3. Inhaltsbereiche und Kompetenzerwerb**

Die Inhaltsbereiche Bau und Leistung von Zellen, Leben und Energie, Informationsverarbeitung in Lebewesen, Lebewesen in ihrer Umwelt und Vielfalt des Lebens sind in den folgenden Tabellen als verbindliche Kompetenzerwartungen formuliert, über die alle Lernenden am Ende der Einführungsphase bzw. der Qualifikationsphase verfügen sollen. Diese sind im Verbund mit den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz (Kap.2) sowie den Kompetenzen zur Bildung in der digitalen Welt und Bildung für nachhaltige Entwicklung die Grundlage zur Erstellung schulinterner Curricula für die Einführungsphase und die Qualifikationsphase durch die Fachkonferenzen an den Schulen. Das schulinterne Curriculum beschreibt, welche Inhalte wie, wodurch und in welchem Zeitrahmen zur Entwicklung der Kompetenzen behandelt werden. Das schulinterne Curriculum ist für die jeweilige Schule verbindlich, soll aber Freiräume für individuelle Vorhaben einplanen.

Der Erwerb von Kompetenzen erfolgt unter den Gesichtspunkten der Alltags- bzw. Kontext- und Problemorientierung. Der Unterricht dient der Vertiefung der Fachkompetenz, der Förderung des selbstständigen Arbeitens und Lernens, der Präsentations- und Kommunikationstechniken, der digitalen Bildung sowie der Ausbildung von Kompetenzen für eine Gestaltung des persönlichen und beruflichen Lebens, gesellschaftlicher Mitwirkung und globaler Mitverantwortung. Praktisches Arbeiten, Projektarbeit und der Besuch von außerschulischen Lernorten sollen an passenden Stellen des Unterrichts aufgegriffen werden.

## **Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt**

Folgende Kompetenzen sind für das Fach Biologie von besonderer Bedeutung und deshalb verbindlich im Unterricht der Gymnasialen Oberstufe zu verankern. Die konkrete Verknüpfung von Kompetenzen in der digitalen Welt mit fachspezifischen Kompetenzen regelt die zuständige schulische Fachkonferenz bei der Erstellung des schuleigenen Curriculums.

Die Lernenden ...

- nutzen digitale Messverfahren, digitale Endgeräte, verschiedenen Sensoren und spezifische Applikationen zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Daten aus einfachen Untersuchungen.
- nutzen digitale Werkzeuge zur Modellierung und Visualisierung biologischer Phänomene.
- recherchieren zielgerichtet in digitalen Medien zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen und wählen passende Quellen aus.
- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.
- prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen.
- analysieren und bewerten Daten und Informationsquellen zu biologischen Sachverhalten kritisch.
- präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse mithilfe digitaler Werkzeuge sach- und adressatengerecht.
- nutzen digitale Arbeitsumgebungen für den konstruktiven Austausch und die gemeinsame Erarbeitung und Dokumentation von Ergebnissen und Präsentationen.

### **3.1 Einführungsphase**

Die Einführungsphase hat einerseits einen wiederholenden und vertiefenden Charakter von Inhalten und Kompetenzen aus vorangegangenen Jahrgängen, die systematisch erweitert werden, andererseits werden aber auch neue, grundlegende Inhalte und Kompetenzen erarbeitet, die für einen erfolgreichen, zur Allgemeinen Hochschulreife führenden Abschluss relevant sind. Am Ende der Einführungsphase stehen allen Lernenden die für den Einstieg in die Q-Phase notwendigen Inhalte und Kompetenzen zur Verfügung. Somit ist das vorrangige Ziel der Unterrichtsgestaltung der kontinuierliche Aufbau von Sach-, Kommunikations-, Bewertungs- und Erkenntnisgewinnungskompetenzen zu dem Inhaltsbereich „Bau und Leistung von Zellen“. Ein weiteres anzustrebendes Ziel des Unterrichts ist die Schaffung eines möglichst einheitlichen Lern- und Arbeitsniveaus.

In der Einführungsphase sind die praktischen Methoden der Biologie fester Bestandteil des Unterrichts, z. B. das Mikroskopieren, das Anfertigen von Zeichnungen, das Experimentieren, die Bearbeitung von Texten, der Umgang mit Diagrammen, um so insbesondere die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zu erweitern. Für das Verständnis komplexer Zusammenhänge bietet sich vor allem

die Nutzung des Black-Box-Modells (z. B. ATP-Gewinnung in Mitochondrien, Photosynthese in Chloroplasten) und die Arbeit mit weiteren Modellen (z. B. Biomembran, Osmose) zur Erklärung an.

Zur inhaltlichen Entlastung der Qualifikationsphase werden im Bildungsplan der Einführungsphase bereits Aspekte der in den Bildungsstandards der KMK beschriebenen Inhaltsbereiche aufgegriffen. Dieses betrifft insbesondere die Inhaltsbereiche (IB 1) Leben und Energie und (IB 4) Vielfalt des Lebens.

Die **fett gedruckten Überschriften** entsprechen den Angaben aus den Bildungsstandards der KMK. Sie werden durch operationalisierbare Beschreibungen näher erläutert und spezifiziert. Unterstrichene Aspekte der fett gedruckten Überschriften beschreiben Inhalte, die an selbst gewählten Beispielen erarbeitet werden müssen. Die Bildungsstandards und deren Konkretisierungen für die Gestaltung der Abiturprüfung geben keine expliziten Beispiele vor. Die Fußnoten geben Anhaltspunkte für mögliche fachpraktische Aufgaben im Abitur. Die linke Spalte gibt die zugehörigen durch die Bildungsstandards definierten Inhaltsbereiche an und weist außerdem aus, welche Themen in der Qualifikationsphase zusätzlich im erhöhten Anforderungsniveau (eN) bearbeitet werden müssen.

### **Bau und Leistung von Zellen**

Zellen mit ihren Organellen bilden die Grundbausteine des Lebens. Für Auf-, Um- und Abbauprozesse von Stoffen sowie die Weitergabe von genetischer Information an Tochtergenerationen spielt die DNA eine entscheidende Rolle. Stoffwechselprozesse sind für alle Lebensvorgänge kennzeichnend und ohne den universellen Energieträger ATP nicht möglich. Unterschiedliche Stoffwechselprozesse in einer Zelle, für die verschiedene Reaktionsbedingungen erforderlich sind, können durch die Kompartimentierung zeitgleich stattfinden. Für die Bereitstellung von Stoffen sorgen sowohl passive als auch aktive Transportvorgänge. Diese Prozesse sind ohne Enzyme als Biokatalysatoren nicht vorstellbar. Die Basiskonzepte „Struktur und Funktion“, „Stoff- und Energieumwandlung“ sowie „Steuerung und Regelung“ unterstützen das Erkennen und Strukturieren fachspezifischer Gemeinsamkeiten in unterschiedlichen Kontexten und ermöglichen so die Vernetzung fachlicher Inhalte.

Einführungsphase: Bau und Leistung von Zellen	
Inhaltsbereich	Kompetenzerwartungen Die Lernenden ...
	<p>Cytologische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben verschiedene Organisationsebenen des Lebendigen</li> <li>• fertigen mikroskopische Präparate von pflanzlichen und tierischen Zellen bzw. Zellverbänden an, mikroskopieren und zeichnen sie und nennen Unterschiede</li> <li>• analysieren und nennen elektronenmikroskopisch sichtbare Strukturen der pflanzlichen und tierischen Zelle und erklären den Zusammenhang von Struktur und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• beschreiben Zelldifferenzierung als Grundlage für die Gewebe- und Organbildung</li> <li>• vergleichen Pro- und Eukaryoten hinsichtlich Struktur und Funktion</li> </ul>
	<p>Macromoleküle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erläutern den Aufbau von Kohlenhydraten, Lipiden sowie Proteinen und nennen deren Summen- und Strukturformeln</li> <li>• weisen mit Hilfe einfacher Verfahren Kohlenhydrate, Lipide sowie Proteine nach und erläutern deren Bedeutung für die Zelle</li> </ul>
IB 1	<p><b>Stofftransport zwischen Kompartimenten<sup>1</sup></b>  <b>Energieumwandlung und Energieentwertung, ATP-/ADP-System</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern exemplarisch die Bedeutung von Stoffwechsel auf der Ebene des Organismus</li> <li>• erläutern Zellen als offene Systeme, die mit der Umwelt Stoffe und Energie austauschen</li> <li>• beschreiben die Biomembran als Grundelement der Kompartimentierung in der Zelle</li> <li>• erläutern und vergleichen verschiedene Transportarten</li> <li>• beschreiben die Bedeutung von ADP und ATP im Rahmen von Stoffwechselprozessen</li> <li>• führen hypothesengeleitet ein Experiment zum indirekten Nachweis von Membranbestandteilen durch, dokumentieren und werten dies aus</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Phospholipide für die Biomembran</li> <li>• überprüfen und bewerten mit Hilfe experimenteller Befunde Modellvorstellungen zur Biomembran</li> </ul>
	<p><b>Hinweise</b></p> <p>Kenntnisse zur Handhabung des Mikroskops und im Anfertigen von Zeichnungen von Präparaten, aufbauend auf den Kenntnissen aus der Sek. I, müssen wiederholt werden.</p> <p>Kenntnisse zum Aufbau eines Licht- oder Elektronenmikroskops werden nicht erwartet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopieren von z. B. Zellen der Mundschleimhaut, <i>Elodea</i></li> <li>• Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen</li> <li>• Plasmolyse/Deplasmolyse</li> <li>• Natrium-Kalium-Pumpe</li> <li>• Endo- und Exocytose</li> <li>• Bau der Biomembran als Flüssig-Mosaik-Modell</li> </ul>

<sup>1</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Versuch Plasmolyse/Deplasmolyse und osmotische Wirksamkeit von verschiedenen Lösungen, Anfärben von Präparaten

IB 1	<p><b>Stoffwechselregulation auf Enzymebene<sup>2</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Enzyme als Biokatalysatoren und erläutern ihre Funktion</li> <li>• stellen enzymatisch regulierte Prozesse mithilfe von Modellen dar</li> <li>• erläutern den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Enzymaktivität und planen ein Experiment, führen dieses durch, dokumentieren die Ergebnisse und werten diese aus</li> <li>• erläutern kompetitive, allosterische sowie irreversible Hemmung</li> <li>• interpretieren Diagramme zur Enzymaktivität</li> <li>• erläutern die Notwendigkeit von Regulationsvorgängen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einflussfaktoren: Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration</li> </ul> <p>Der Aspekt der Regulation steht im Vordergrund, nicht die Detailskenntnisse aus der Enzymatik.</p>
IB 1	<p><b>Feinbau Mitochondrium</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Feinbau eines Mitochondriums in einer beschrifteten Schemazeichnung dar und erläutern die Struktur und Funktion</li> <li>• beschreiben schematisch vereinfacht die Teilprozesse des oxidativen Abbaus und geben die Orte der Teilprozesse an</li> <li>• geben die Stoff- und Energiebilanz der Zellatmung an</li> </ul>	
IB 1	<p><b>Feinbau Chloroplast</b></p> <p><b>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Feinbau eines Chloroplasts in einer beschrifteten Schemazeichnung dar und erläutern die Struktur und Funktion</li> <li>• stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von verschiedenen abiotischen Faktoren auf und überprüfen diese</li> <li>• werten Diagramme zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von verschiedenen Faktoren aus</li> <li>• planen ein Experiment zum Einfluss eines abiotischen Faktors auf die Fotosyntheserate, führen dieses durch, dokumentieren und werten es aus</li> <li>• geben die Stoff- und Energiebilanz der Fotosynthese an</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abiotische Faktoren: Licht, CO<sub>2</sub></li> <li>• Lichtkompensationspunkt</li> </ul>
IB 1	<p><b>Zusammenhang von aufbauendem und abauendem Stoffwechsel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Stoffwechsel als Aufnahme, Umwandlung sowie Abgabe von Stoffen an</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung anhand der Reaktionsgleichungen und der beteiligten Stoffe</li> <li>• stellen die generelle Bedeutung der Fotosynthese und Zellatmung für Organismen in ihrer Umwelt unter Berücksichtigung des Begriffes Energie dar</li> </ul>	

<sup>2</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren

IB 4	<p><b>Feinbau Zellkern, Bau der DNA, semikonservative Replikation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur und Funktion des Zellkerns</li> <li>• erläutern die Struktur und Funktion von DNA</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Mitose, formulieren Hypothesen zum Mechanismus der Replikation und erläutern vereinfacht die semikonservative Replikation</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Meiose und exemplarisch das Auftreten von Chromosomen- bzw. Genommutationen während des Vorgangs</li> <li>• erläutern die MENDELSchen Regeln und erstellen Kreuzungsquadrate</li> <li>• erklären die phänotypischen Unterschiede in Zusammenhang mit der Kombination unterschiedlicher Allele</li> </ul>	<p>Die Phasen der Mitose und Meiose sowie die MENDELSchen Regeln sind Teil des Bildungsplans der Sek. I. Das Vorhandensein entsprechender Grundkenntnisse ist zu sichern.</p> <p>Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel zelluläre Landwirtschaft, laborgenetische Proteine als Lebensmittel erarbeitet werden.</p>
------	--	--

### 3.2 Qualifikationsphase

Das vorrangige Ziel der Unterrichtsgestaltung in der Qualifikationsphase ist die kontinuierliche Weiterentwicklung von Sach-, Kommunikations-, Bewertungs- und Erkenntnisgewinnungskompetenzen. Die Basiskonzepte unterstützen das Erkennen und Strukturieren fachspezifischer Gemeinsamkeiten in unterschiedlichen Kontexten und ermöglichen so die Vernetzung fachlicher Inhalte.

Die folgende Darstellung der Inhalte des Bildungsplans für die Qualifikationsphase ist als Anregung für eine Aufteilung der in den Bildungsstandards formulierten Inhaltsbereiche (IB) zu verstehen. Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife der KMK geben folgende vier Inhaltsbereiche vor:

IB 1 Leben und Energie

IB 2 Informationsverarbeitung in Lebewesen

IB 3 Lebewesen in ihrer Umwelt

IB 4 Vielfalt des Lebens

### Stoffwechsel I und Informationsverarbeitung in Lebewesen

Alle Organismen sind zum Überleben auf Stoffwechselprozesse und Informationen aus ihrem Inneren und der Umgebung angewiesen. Die Verarbeitung dieser Informationen ermöglicht Wachstum und Entwicklung, Reaktionen auf Umwelteinflüsse sowie die Regulation innerer Prozesse. Der Zellstoffwechsel sorgt dabei u. a. für die notwendige Energie.

Grundlegende neurophysiologische Vorgänge und elementare Mechanismen der Informationsverarbeitung werden auf der zellulären bzw. molekularen Ebene betrachtet und anhand einfacher Modellvorstellungen beschrieben und Zusammenhänge zwischen Struktur und Funk-

tion hergestellt. Die Wirkung von Pharmaka und Drogen auf neurophysiologische Prozesse werden analysiert und Beispiele aus der Medizin genutzt, um Möglichkeiten der Therapie neuronaler Erkrankungen aufzuzeigen. Für die Regelung und Integration von Körperfunktionen sind im Wesentlichen das Nervensystem und das Hormonsystem verantwortlich.

Inhalte der Q-Phase:		
Stoffwechsel I und Informationsverarbeitung in Lebewesen		
Inhaltsbereich	Kompetenzerwartungen Die Lernenden ...	Hinweise
IB 1	<p><b>Chemiosmotische ATP Bildung</b></p> <p><b>Redoxreaktionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Definitionen für Oxidation und Reduktion an</li> <li>• beschreiben Chemiosmose anhand des Mechanismus der ATP-Synthese an der Thylakoid-Membran bzw. Mitochondrien-Membran auf molekularer Ebene</li> <li>• beschreiben Assimilation und Dissimilation als Vorgänge, bei denen Elektronen und Protonen übertragen werden</li> <li>• beschreiben die Elektronentransportkette als Abfolge von Abgabe und Aufnahme von Elektronen durch Redoxsysteme in der Thylakoid-Membran bzw. Mitochondrien-Membran auf molekularer Ebene</li> </ul>	
IB 1	<p><b>Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Teilprozesse der Zellatmung auf molekularer Ebene und geben die jeweiligen Stoff- und Energiebilanz an</li> </ul>	Glucose, $\text{NAD}^+$ , $\text{NADH}+\text{H}^+$ , FAD, $\text{FADH}_2$ , ADP, $\text{P}_i$ , ATP, $\text{CO}_2$ , $\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ , GDP, GTP, Phosphorylierung
Zusätzlich im IB 1	<p><b>Energetisches Modell der Atmungskette</b></p> <p><b>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Gärung als anaeroben Stoffwechselweg der Dissimilation an</li> <li>• geben die Stoff- und Energiebilanz der alkoholischen Gärung sowie der Milchsäuregärung an</li> <li>• erläutern die kommerzielle Verwendung der alkoholischen Gärung sowie der Milchsäuregärung</li> <li>• vergleichen die Prozesse der Zellatmung mit denen der Gärung</li> <li>• bewerten Energieerzeugung aus pflanzlichem Material bzw. Abfällen als alternative Energiequelle</li> </ul>	<p>Kontextbeispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Gärung in der Industrie (Kläranlage, Brauerei, Biogasanlage)</li> <li>• Milchsäuregärung - Diagnostik im Sport (Lactat-Test)</li> </ul> <p>Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel Bioethanol erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p>

IB 2	<p><b>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung Potenzialmessungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein Reiz-Reaktions-Schema</li> <li>• beschreiben die Struktur und Funktion von nicht-myelinisierten sowie myelinisierten Nervenzellen</li> <li>• beschreiben und skizzieren den Versuchsaufbau zur Messung von Ruhe- und Aktionspotenzial</li> <li>• erläutern und skizzieren elektrochemische Prozesse an der Membran einer Nervenzelle auf der Ebene unterschiedlicher Konzentrationen von Ionen innerhalb und außerhalb eines Neurons</li> <li>• erklären das Zustandekommen und die Aufrechterhaltung eines Ruhepotenzials</li> <li>• erklären die Funktionsweise von spannungsgesteuerten Ionenkanälen</li> <li>• erklären die Entstehung und den Verlauf eines Aktionspotenzials inklusive der Refraktärzeit</li> <li>• erläutern die kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung mittels eines Modells</li> <li>• erklären die Bedeutung der Ionenpumpe bei der Wiederherstellung des Ruhepotenzials</li> <li>• skizzieren den Aufbau der Natrium-Kalium-Pumpe</li> </ul>	<p>Der Versuchsaufbau zur Messung von Ruhe- und Aktionspotenzial am Tintenfisch-Axon muss bekannt sein.</p> <p>Kenntnisse zur Erregungsleitung können am Dominostein-Modell erarbeitet werden.</p>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Rezeptorpotenzial Primäre und sekundäre Sinneszelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Aufnahme von adäquaten Reizen in Zusammenhang mit Rezeptoren in Sinneszellen</li> <li>• erläutern Transduktionsprozesse an primären und sekundären Sinneszellen</li> <li>• beschreiben die Amplitudencodierung von Rezeptorpotenzialen</li> <li>• erläutern die Signaltransduktion auf molekularer Ebene</li> </ul>	<p>Kenntnisse der Transduktionsprozesse sollen an einem der fünf Sinne erarbeitet werden.</p>
IB 2	<p><b>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren den Aufbau von chemischen Synapsen und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion</li> <li>• erläutern die Erregungsübertragung an chemischen sowie neuromuskulären Synapsen und erläutern die Wirkungsweise sowie Auswirkungen exogener Substanzen auf molekularer Ebene</li> </ul>	<p>Kenntnisse über erregende Synapsen sollen am Beispiel der durch den Transmitter Acetylcholin gesteuerten Vorgänge verdeutlicht werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmitterkonzentration</li> <li>• EPSP</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Hypothesen zum Einsatz von antagonistisch wirkenden Stoffen auf und beurteilen diese</li> <li>erläutern verschiedene Arten der Codierung</li> <li>erklären die Entstehung eines Endplattenpotenzials (EPP)</li> <li>nennen als Folge eines EPSPs das Muskelaktionspotenzial und infolgedessen die Muskelkontraktion</li> </ul>	<p>Kenntnisse zur Stoffeinwirkung an Synapsen können am Beispiel von Giften und Gegengiften oder am Beispiel von (Lokal-)Anästhetika erarbeitet werden.</p>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Entstehung von inhibitorischen postsynaptischen Potenzialen (IPSP)</li> <li>vergleichen räumliche und zeitliche Summation</li> <li>nennen als Folge eines IPSPs das Ausbleiben eines Muskelaktionspotenzials und infolgedessen die Lähmung</li> </ul>	<p>Kenntnisse über hemmende Synapsen können am Beispiel der durch den Transmitter GABA gesteuerten Vorgänge verdeutlicht werden.</p>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Zelluläre Prozesse des Lernens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Neu-, Um- und Rückbildung von synaptischen Verbindungen im Kontext der neuronalen Plastizität</li> <li>vergleichen Kurzzeit- und Langzeitpotenzierung bzw. -sensitivierung sowie -gedächtnis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahnung</li> <li>Übertragungsrate an Synapsen</li> </ul>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Störungen des neuronalen Systems</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern eine Erkrankung des Nervensystems</li> <li>diskutieren und bewerten den Einsatz von Nervengiften in der Medizin bzw. beim Einsatz biologischer Waffen</li> </ul>	<p>Kenntnisse zu Erkrankungen des Nervensystems können an Multiple Sklerose, Alzheimer-Demenz oder Parkinson erarbeitet werden.</p> <p>Kenntnisse zum Einsatz von Nervengiften können an Botulinumtoxin oder Sarin erarbeitet werden.</p>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Neurophysiologische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen neurophysiologische Verfahren</li> </ul>	<p>Kenntnisse zu neurophysiologischen Verfahren können am Beispiel CT und MRT erarbeitet werden.</p>
Zusätzlich im IB 2	<p><b>Hormone: Hormonwirkung, <u>Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Unterschiede zwischen zentralem und peripherem Nervensystem</li> <li>beschreiben die Wirkung von Hormonen auf molekularer Ebene</li> </ul>	<p>Kenntnisse zur antagonistischen Wirkung von Parasympathikus und Sympathikus können an Herzschlag, Atmung oder Verdauung erarbeitet werden.</p>

IB 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Wirkungsweise von Peptid- und Steroidhormonen auf molekularer Ebene</li> <li>• erläutern die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung</li> <li>• beschreiben Symptome von hormonellen Regulationsstörungen</li> <li>• skizzieren die hormonelle Steuerung</li> <li>• erläutern die Bedeutung von cAMP als second messenger auf molekularer Ebene</li> </ul>	<p>Kenntnisse zur Homöostase können anhand der Blutzuckerregulation oder Schilddrüsenfunktion erarbeitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothalamus, Hypophyse</li> </ul> <p>Im Zusammenhang mit cAMP als second messenger: Adenylatcyclasen, G-Proteine und Proteinkinasen.</p>
Zusätzlich im IB 1	<p><b>Tracer Methode</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Prinzip der Tracer Methode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• radioaktive Isotope</li> <li>• Diagnostik, Krebstherapie, Forschung</li> </ul>

### Stoffwechsel II und Lebewesen in ihrer Umwelt

Die Zirkulation von Stoffen erfordert ständige Auf- und Abbauprozesse sowie vernetzte Nahrungsbeziehungen. Die Organismen leben in komplexen Ökosystemen, in denen vielfältige Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Ökofaktoren herrschen. So zeigen Lebewesen verschiedenste Anpassungen an den Lebensraum sowie dort vorkommenden Arten. Die komplizierten Wechselbeziehungen innerhalb und zwischen Populationen führten zur heute beobachtbaren Diversität. Ihre stammesgeschichtliche Betrachtung veranschaulicht, dass die Entstehung von Arten auch das Ergebnis der Wirkung von Umweltfaktoren darstellt. Da Ökosysteme offene Systeme sind, haben regionale Eingriffe häufig globale Auswirkungen. Der zunehmende menschliche Einfluss führt teilweise zu gravierenden Folgen für Organismen und ihre Umwelt. Entscheidungen müssen daher vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Denkens sowie mit Blick auf die Nachhaltigkeit getroffen werden.

Stoffwechsel II und Lebewesen in ihrer Umwelt		
Inhaltsbereich	<p><b>Kompetenzerwartungen</b> Die Lernenden ...</p>	<p><b>Hinweise</b></p>
IB 3	<p><b>Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</b>  <b>Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erläutern den funktionalen Aufbau eines Ökosystems als Beziehungsgefüge von Organismen untereinander und mit einem Lebensraum</li> <li>• geben verschiedene abiotische und biotische Faktoren an</li> </ul>	<p>Kenntnisse zum Ökosystem und die fachlichen Verfahren zur qualitativen (zusätzlich im eN zur quantitativen) Erfassung von Arten in einem Areal sollen an einem selbst gewählten Beispiel erarbeitet werden.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren und untersuchen den Einfluss von abiotischen Faktoren auf Organismen</li> <li>stellen Toleranzkurven dar und begründen den Kurvenverlauf mit Fachbegriffen</li> <li>erläutern die „ökologische Potenz“ am Beispiel einer Art</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ökologische Pyramiden, Bioakkumulation</li> <li>Endothermie, Ektothermie</li> <li>Überwinterungsstrategien</li> <li>RGT-, BERGMANNSCHE und ALLENSCHE Regel</li> <li>Minimumgesetz von LIEBIG</li> </ul>
IB 1	<p><b>Stoffwechselregulation auf Enzymebene<sup>3</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Stoffwechselprozesse mithilfe von Modellen dar</li> <li>erläutern den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Stoffwechsel- sowie Enzymaktivität, planen hierzu ein Experiment, führen dieses durch, dokumentieren die Ergebnisse und werten diese aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einflussfaktoren: Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration</li> </ul> <p>Der Aspekt der Regulation steht im Vordergrund, nicht die Detailkenntnisse aus der Enzymatik.</p>
IB 1	<p><b>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau<sup>4</sup>, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum</b></p> <p><b>CALVIN-Zyklus<sup>5</sup>: Fixierung, Reduktion, Regeneration</b></p> <p><b>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben anhand einer Abbildung die Strukturen und Funktionen eines Laubblattes im Querschnitt und skizzieren dessen Aufbau</li> <li>vergleichen den Aufbau verschiedener Laubblätter und stellen Hypothesen hinsichtlich des Vorkommens auf</li> <li>werten Messergebnisse zur Absorption aus</li> <li>vergleichen das Absorptionsspektrum von Chlorophyll a und b mit dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>stellen die lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktion auf molekularer Ebene dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licht- und Schattenblatt</li> </ul> <p>Glucose, NADP<sup>+</sup>, NADPH+H<sup>+</sup>, ADP, P<sub>i</sub>, ATP, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Licht, Z-Schema</p> <p>Der Blattaufbau soll im Zusammenhang mit dem Basiskonzept „Struktur und Funktion“ betrachtet werden.</p> <p>Der CALVIN Zyklus mit Kenntnis der wichtigsten Teilschritte und der Beschreibung der C<sub>x</sub>-Körper muss bekannt sein; Strukturformeln werden nicht verlangt.</p>
Zusätzlich im IB 1	<p><b>Lichtsammelkomplexe</b></p> <p><b>Energetisches Modell der Lichtreaktionen</b></p> <p><b>C<sub>4</sub>-Pflanzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern anhand einer Abbildung die Elektronentransportkette als Abfolge von Abgabe und Aufnahme von Elektronen durch Redoxsysteme in der Thylakoid-Membran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zyklische Fotophosphorylierung</li> </ul>

<sup>3</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren

<sup>4</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Mikroskopieren von Blattquerschnitten, Epidermisabzugspräparate, Anfärben von Präparaten

<sup>5</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Assimilat-Nachweis (Glucose, Stärke)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen mit Hilfe einer Reaktionsgleichung die Reduktion des Coenzym NADP<sup>+</sup> am Ende der Elektronentransportkette dar</li> <li>vergleichen den C<sub>3</sub>-Stoffwechselweg mit dem C<sub>4</sub>-Stoffwechselweg</li> <li>geben jeweils Vor- und Nachteile des C<sub>3</sub>- bzw. C<sub>4</sub>- Stoffwechselweges an</li> </ul>	
IB 1	<p><b>Chromatografie<sup>6</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben das Verfahren und erklären das Grundprinzip der Chromatografie</li> <li>führen ein Experiment zur Extraktion der Blattfarbstoffe und zur Chromatografie des Blattfarbstoffextraktes durch</li> </ul>	<p>Kenntnisse zur Chromatografie können an der Flüssigkeitschromatografie bzw. Papierchromatografie erarbeitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stationäre Phase, mobile Phase, Chromatogramm</li> </ul>
IB 3	<p><b>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</b></p> <p><b>Ökologische Nische</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>geben verschiedene intra- und interspezifischen Beziehungen an und erläutern diese</li> <li>erklären die Konkurrenzvermeidung und das Konkurrenzausschlussprinzip</li> <li>analysieren einfache Räuber-Beute-Beziehungen und stellen die vorliegenden Wechselbeziehungen mit Hilfe von Pfeildiagrammen dar</li> <li>erläutern und begründen anhand von grafischen Darstellungen verschiedene Populationsentwicklungen</li> <li>stellen den Zusammenhang zwischen ökologischer Nische, Nischenbildung, Einnischung und abiotischen bzw. biotischen Faktoren dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOTKA-VOLTERRA-Regeln mit kritischer Bewertung. Mathematische Berechnungen zum Populationswachstum und den LOTKA-VOLTERRA-Regeln werden nicht vorausgesetzt.</li> </ul>
IB 3	<p><b>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die grundlegenden Prinzipien sowie Unterschiede von Stoffkreisläufen und Energieflüssen im Ökosystem</li> <li>erläutern die Prozesse des Kohlenstoffkreislaufs und stellen diese schematisch dar</li> <li>beschreiben und begründen Nahrungsnetze in einem Ökosystem</li> </ul>	<p>Zielkompetenzen der BNE können z. B. an der Problematik fossiler Brennstoffe erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p> <p>Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel <i>vertical urban farming</i> erarbeitet werden.</p>
Zusätzlich im EN	<p><b>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und analysieren die r- und K-Strategie an verschiedenen Beispielen</li> </ul>	<p>Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel. Auslaugung von Böden erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p>

<sup>6</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Chromatografie von Blattfarbstoffen

IB 3	<p><b>Stickstoffkreislauf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern den Stickstoffkreislauf und stellen deren Prozesse schematisch dar</li> <li>beschreiben und bewerten den Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft sowie der Emission von Stickoxiden</li> </ul> <p><b>Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Populationsentwicklungen</li> </ul>	
IB 3	<p><b>Erfassung ökologischer Faktoren<sup>7</sup> und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planen eine ökologische Exkursion in ein regionales Ökosystem, führen Experimente zur Messung von Umweltparametern in diesem durch, dokumentieren unter Verwendung von Fachbegriffen die Ergebnisse und werten diese aus</li> </ul>	<p>Erwerb von digitalen Kompetenzen durch den Einsatz von Apps und digitalen Messinstrumenten, Nutzung weltweiter Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchungen von Boden- bzw. Wasserproben mithilfe chemischer Parameter<sup>7</sup></li> <li>Kartierung von Flora und Fauna</li> </ul>
Zusätzlich im EN IB 3	<p><b>Quantitative Erfassung von Arten in einem Areal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planen eine quantitative Erfassung von Arten im Rahmen der qualitativen Erfassung, führen diese durch, dokumentieren und werten sie aus</li> </ul>	<p>Zielkompetenzen der BNE können hier in Bezug auf Umweltverschmutzung und Artenvielfalt erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p>
IB 3	<p><b><u>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären den Zusammenhang zwischen Kohlenstoffkreislauf und dem anthropogen bedingten Treibhauseffekt sowie die globalen Folgen</li> </ul> <p><b><u>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären das ökologische Gleichgewicht und das Prinzip der Selbstregulation</li> <li>stellen Hypothesen über Folgen menschlicher Eingriffe in die Natur auf</li> <li>diskutieren und beurteilen gesellschaftliche und politische Entscheidungen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit</li> </ul>	<p>Zielkompetenzen der BNE können zum Beispiel an Ressourcennutzung, Mono- vs. Mischkulturen, Massentierhaltung, invasive Arten, Neobiota oder Insektensterben erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p> <p>Digitale Kompetenzen: Nutzung von Modellbildungsprogrammen und Simulationen</p>

<sup>7</sup> Ansatz für fachpraktische Aufgaben im Abitur: Erfassung abiotische Umweltfaktoren mithilfe geeigneter Indikatoren oder Messensoren, z. B. pH-Wert, Nitratgehalt

	<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln eigene Handlungsoptionen einer umweltverträglichen Lebensweise im Sinne der Nachhaltigkeit</li> </ul>	
Zusätzlich im IB 3	<p><b><u>Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Auswirkungen von hormonartig wirkenden Substanzen auf Organismen</li> </ul>	Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel von hormonartigen Substanzen in der Umwelt erarbeitet und kritisch reflektiert werden.
Zusätzlich im IB 3	<p><b><u>Ökologischer Fußabdruck</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären das Konzept des ökologischen Fußabdrucks</li> <li>werten Daten zum ökologischen Fußabdruck aus und reflektieren die Auswirkungen ihres eigenen Konsumverhaltens</li> <li>leiten Handlungsoptionen ab zur Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks und bewerten diese</li> </ul>	Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel des ökologischen Fußabdrucks erarbeitet und kritisch reflektiert werden.

### Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Die Genetik ist die Wissenschaft von der Weitergabe und Veränderung der Erbinformation. Die molekularen Grundlagen der Speicherung, Vermehrung, Realisierung und Veränderung der Erbinformation schaffen die Basis für das Verständnis moderner Verfahren der angewandten Biologie. Die Anwendung gentechnischer Verfahren hat der Forschung ganz neue Möglichkeiten eröffnet, das Erbgut von Lebewesen zu verändern. Inzwischen ist die Gentechnik aus vielen Bereichen in Medizin, Forschung und Industrie nicht mehr wegzudenken. Wie ist der Einsatz dieser Verfahren zu bewerten? Dazu müssen Chancen und Risiken auch unter ethischen Gesichtspunkten sorgfältig abgewogen werden.

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens		
Inhaltsbereich	Kompetenzerwartungen Die Lernenden ...	Hinweise
IB 4	<p><b>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, Transkription und Translation, semikonservative Replikation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und vergleichen Bau und Funktion von DNA und RNA auf molekularer Ebene</li> <li>erläutern vergleichend die Vorgänge der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten</li> <li>erläutern die Genwirkkette an einem Beispiel</li> </ul>	<p><b>Hinweise</b></p> <p>Kenntnisse zur Genwirkkette können am Beispiel des Phenylalanin-Stoffwechsels erarbeitet werden.</p> <p>Das Operon-Modell zur Regulation der Genaktivität wird nicht vorausgesetzt.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>werten die Experimente von GRIFFITH, AVERY, MESELSON und STAHL aus und formulieren Hypothesen auf Grundlage der Versuchspläne</li> </ul>	
IB 4	<p><b>Genmutationen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>leiten Mutationstypen anhand von Abweichungen in der DNA-Sequenz ab</li> <li>stellen Hypothesen zur Beeinträchtigung der Funktionsweise von Polypeptiden und Proteinen durch Mutationen auf</li> <li>recherchieren und nennen unterschiedliche Ursachen von Genmutationen</li> <li>leiten die Bedeutung von Genmutationen für Individuen und evolutionäre Prozesse ab</li> <li>stellen den Unterschied zwischen Genmutation und Modifikation dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rasterschubmutationen</li> <li>Punktmutationen</li> </ul> <p>Zielkompetenzen der BNE können am Beispiel der Biodiversität durch Genmutation und Modifikation erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p>
Zusätzlich im IB 4	<p><b>PCR Gelelektrophorese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Verfahren und Anwendungen der PCR und der Gelelektrophorese</li> <li>werten Ergebnisse einer Gelelektrophorese aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwandschaftsnachweis</li> <li>Restriktionsfragmente, -karten, -enzyme</li> </ul>
IB 4	<p><b>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch Methylierung, Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten mithilfe von Transkriptionsfaktoren und erklären die Bedeutung für den Stoffwechsel und die Ausprägung von Merkmalen</li> <li>erläutern den Einfluss von Umweltfaktoren auf das An- und Abschalten von Genen</li> <li>recherchieren und nennen Beispiele epigenetischer Modifikation durch Methylierung</li> </ul>	
Zusätzlich im IB 4	<p><b>Modifikationen des Epigenoms: Histonmodifikation Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, <u>personalisierte Medizin</u> RNA-Interferenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Auswirkung von Histonmodifikation auf die Genregulation</li> <li>erläutern die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen, Onkogenen und Tumorsuppressoren und deren Bedeutung bei der Krebsentstehung</li> <li>bewerten und diskutieren die personalisierte Medizin</li> </ul>	<p>Kenntnisse können am Beispiel des p53-Tumorsuppressorgens erarbeitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparaturgene, Apoptose</li> <li>RNA-Therapeutika</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die RNA-Interferenz als Mechanismus der Genregulation auf Ebene der Translation</li> </ul>	
IB 4	<p><b>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus Familienstammbäumen den Vererbungsmodus und mögliche Genotypen ab</li> <li>recherchieren, beschreiben und bewerten Methoden der pränatalen Diagnostik</li> <li>diskutieren und bewerten den Einsatz von Gentests und Gentherapien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x-chromosomale Kopplung, crossing-over</li> <li>somatische Gentherapie</li> </ul>
Zusätzlich im eN IB 4	<p><b><u>Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, gentechnisch veränderte Organismen, Gentherapeutische Verfahren</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen Beispiele für Anwendungen der Gentechnik</li> <li>nennen Werkzeuge und Verfahren der Gentechnik</li> <li>erläutern ein Verfahren zur Herstellung transgener Organismen</li> <li>diskutieren und bewerten die Anwendung von gentechnischen Verfahren</li> <li>recherchieren und nennen gentherapeutische Verfahren</li> </ul>	<p>Zielkompetenzen der BNE, z. B. gentechnisch veränderte Organismen in globalen Zusammenhängen, können hier erarbeitet und kritisch reflektiert werden.</p>

### Evolutione Entstehung und Entwicklung der Vielfalt des Lebens

Ein grundlegendes Verständnis der Evolutionstheorie als eine der bedeutendsten Theorien der Naturwissenschaften ist Teil der Allgemeinbildung. Mithilfe der Evolutionstheorie lässt sich die Vielfalt des Lebens überzeugend erklären. Der Unterricht im Fach Biologie unterstützt die Lernenden dabei, ein tieferes Verständnis von wissenschaftlichen Vorstellungen im Gegensatz zu Alltagsvorstellungen zu entwickeln. Dies kann dadurch gefördert werden, dass Evolution nicht nur als abgeschlossenes Thema, sondern auch als durchgehendes Erklärungsprinzip im Biologieunterricht verwendet wird. Die Anwendung molekulargenetischer Methoden ist auch bei der Analyse phylogenetischer Verwandtschaftsverhältnisse essentiell.

Evolutione Entstehung und Entwicklung der Vielfalt des Lebens		
<b>Inhaltsbereich</b>	<b>Kompetenzerwartungen</b> Die Lernenden ...	<b>Hinweise</b>
IB 4	<p><b>Stammbäume: ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</b></p> <p><b>Belege für die Evolution: molekularbiologische Homologien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Einordnung von Lebewesen in einem Ordnungssystem stammesgeschichtlicher Verwandtschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stammart, monophyletische Gruppe</li> <li>Regression, Progression, Atavismus, Rudiment</li> <li>DNA-Hybridisierung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern molekularbiologische Verfahren für die Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen und als Beleg für die Evolution</li> <li>• analysieren und erläutern Verwandtschaftsbeziehungen mithilfe ursprünglicher sowie abgeleiteter Merkmale und erstellen anhand dessen Stammbäume</li> </ul>	
IB 4	<p><b>Grundlegende Prinzipien der Evolution: Rekombination, Mutation, Selektion, Verwandtschaft, Variation, Fitness, Isolation, Drift, Artbildung, Biodiversität, Koevolution, populationsgenetischer Artbegriff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Wirkung von Evolutionsfaktoren auf die Entstehung und Veränderung von Arten</li> <li>• erläutern Koevolution als Ergebnis der Selektion durch Konkurrenz</li> </ul>	
IB 4	<p><b>Adaptiver Wert von Verhalten: reproduktive Fitness, Kosten-Nutzen-Analyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten Verhalten mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse aus und leiten daraus die reproduktive Fitness ab</li> </ul>	
IB 4	<p><b>Synthetische Evolutionstheorie, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, erläutern und vergleichen verschiedene Evolutionstheorien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAMARCK, DARWIN</li> <li>• Kreationismus, Intelligent Design (ID)</li> </ul>
Zusätzlich im IB 4	<p><b>Evolution des Menschen: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen</b></p> <p><b>Kulturelle Evolution: Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bedeutung von fossilen Funden für die Rekonstruktion der Stammesgeschichte des Menschen</li> <li>• beschreiben und erläutern Ursprung, Ausbreitung und Entwicklung des <i>Homo sapiens</i></li> <li>• beschreiben die kulturelle Evolution anhand von Werkzeuggebrauch und Sprachentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Out-of-Africa-Theorie</li> <li>• Radiocarbonmethode</li> <li>• Höhlenmalerei</li> </ul>
Zusätzlich im IB 4	<p><b><u>Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten, reproduktive Fitness</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen Mensch-Menschenaffe unter morphologischen, anatomischen, ethnologisch-sozialen und molekularbiologischen Gesichtspunkten</li> </ul>	<p>Kenntnisse zu den Sozialsystemen können am Beispiel der <i>Hominoidea</i> erarbeitet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paarungsstrategien, Monogamie, Polygamie, Polygynie, Polygynandrie, Promiskuität</li> </ul>

## 4. Leistungsbewertung

Die Dokumentation und Beurteilung der individuellen Entwicklung des Lern- und Leistungsstandes der Lernenden berücksichtigt nicht nur die Produkte, sondern auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Die Leistungsbewertung dient der Rückmeldung für Lernende, Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte. Sie ist eine Grundlage verbindlicher Beratung sowie der Förderung der Lernenden. Mit Beginn der Qualifikationsphase wird die Leistungsbewertung Teil der Gesamtqualifikation des Abiturs und Grundlage für die Zulassung zur Abiturprüfung.

Prinzipiell zu unterscheiden sind Lern- und Leistungssituationen: In Lernsituationen wird die Intensität der konstruktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Fehlern beurteilt. Fachliche Fehler werden hier nicht als Defizite, sondern als Quelle für die fachliche Weiterentwicklung angesehen. In Leistungssituationen hingegen gehen Quantität und Qualität fachlicher Fehler direkt in die Leistungsbeurteilung ein.

Grundsätze der Leistungsbewertung:

- Bewertet werden die im Unterricht und für den Unterricht erbrachten Leistungen der Lernenden.
- Die Leistungsbewertung findet mit Blick auf den Erwerb der zum jeweiligen Unterrichtsabschnitt gehörenden Kompetenzen unter Berücksichtigung der Anforderungsbereiche statt.
- Die Leistungsbewertung muss für Lernende sowie Erziehungsberechtigte transparent sein, die Kriterien der Leistungsbewertung müssen zu Beginn des Beurteilungszeitraums bekannt sein.
- Die Kriterien für die Leistungsbewertung und die Gewichtung zwischen den beiden unten genannten Beurteilungsbereichen werden in der Fachkonferenz festgelegt – im Rahmen der Vorgaben der Verordnung über die Gymnasiale Oberstufe.

Die beiden notwendigen Beurteilungsbereiche sind:

- (1) schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten und
- (2) die laufende Unterrichtsarbeit.

Für beide Bereiche werden Noten festgelegt. Die Gesamtnote darf sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse des ersten Beurteilungsbereichs stützen.

- (1) Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht (Klausuren) dienen der Überprüfung der Lernergebnisse eines Unterrichtsabschnittes. Weiter können sie zur Unterstützung kumulativen Lernens auch der Vergewisserung über die Nachhaltigkeit der Lernergebnisse zurückliegenden Unterrichts dienen. Sie geben Aufschluss über das Erreichen der Ziele des Unterrichts, sowohl der inhaltsbezogenen als auch der prozessbezogenen Kompetenzen. Im Verlauf der Gymnasialen Oberstufe sollen sich die Klausuren in ihren Anforderungen zunehmend inhaltlich und formal an den Anforderungen der schriftlichen Abiturprüfung orientieren. Dies betrifft in formaler Hinsicht:

- die Formulierung der Aufgabenstellungen unter Verwendung der Operatoren, wie sie im Anhang beschrieben sind;
- die Verteilung der Bewertungseinheiten auf Aufgaben;
- die Verwendung der vier naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche;
- die Berücksichtigung der Anforderungsbereiche;

- die Verwendung von Hilfsmitteln.

## (2) Laufende Unterrichtsarbeit

Dieser Beurteilungsbereich umfasst alle von den Lernenden außerhalb der schriftlichen Arbeiten unter Aufsicht und den ihnen gleichgestellten Arbeiten erbrachten Unterrichtsleistungen. Dazu gehören beispielsweise

- die Qualität und Quantität der mündlichen und schriftlichen Mitarbeit unter Berücksichtigung der vier naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche, der Kompetenzen zur Bildung in der digitalen Welt und zur Bildung für nachhaltige Entwicklung;
- Mitarbeit und Qualität der Arbeit im Rahmen praktischer Arbeiten (z. B. Experimentieren, Protokollieren, Untersuchen);
- die selbstständige Bearbeitung von Übungsaufgaben im Unterricht in Einzel- oder Partnerarbeit;
- die Beteiligung bei Gruppenarbeit;
- die Güte der Kommunikation, mit der sich Lernende auf fachliche Inhalte und Gedankengänge anderer beziehen, diese aufgreifen, korrigieren oder weiterentwickeln;
- die Mitarbeit in Unterrichtsprojekten (z. B. mit gemeinsamem Produkt, gemeinsamer Präsentation, schriftlicher Prozessdokumentation);
- Arbeitsprodukte aus dem Unterricht wie Protokolle und Auswertungen von Experimenten Lerntagebücher oder Portfolios;
- Hausaufgaben;
- längerfristig gestellte häusliche Arbeiten (z. B. Referate oder kleinere Facharbeiten);
- Präsentationen und Präsentationstechniken;
- Auswahl und Umgang mit geeigneten Medien.

## Anhang

### Operatoren für die naturwissenschaftlichen Fächer

Die standardisierten Arbeitsaufträge (Operatoren) werden in der folgenden Tabelle aufgeführt und erläutert. Diese Operatoren werden im Unterricht eingeführt. Sie signalisieren den Lernenden, welche Tätigkeiten sie bei der Erledigung von Arbeitsaufträgen ausführen sollen und welche beim Lösen von Aufgaben in Klausuren und Prüfungen von ihnen erwartet werden.

Die Verwendung eines Operators, der im Folgenden nicht genannt wird, ist möglich, wenn aufgrund der standardsprachlichen Bedeutung dieses Operators in Verbindung mit der Aufgabenstellung davon auszugehen ist, dass die jeweilige Aufgabe im Sinne der Aufgabenstellung bearbeitet werden kann (z. B. „durchführen“: Führen Sie das Experiment durch.)

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
aufstellen, formulieren	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntes Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder 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
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
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	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
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