



Mecklenburg-Vorpommern  
Ministerium für Bildung und  
Kindertagesförderung

# Rahmenplan für den Sekundarbereich II

Fachgymnasium / Abendgymnasium

## Biologie

2022 – Erprobungsfassung –

## Impressum

### Herausgeber

Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung

Institut für Qualitätsentwicklung Mecklenburg-Vorpommern

Fachbereich 4 – Zentrale Prüfungen, Fach- und Unterrichtsentwicklung, Rahmenplanarbeit

19059 Schwerin

Verantwortlich: Anke Rösler (V.i.S.d.P.)

[www.bm.regierung.-mv.de](http://www.bm.regierung.-mv.de)

[www.bildung-mv.de](http://www.bildung-mv.de)

### Fotonachweise

Simone Oldenburg: Anne Karsten

### Stand

Monat Juli 2022

Diese Publikation wird als Fachinformation des Instituts für Qualitätsentwicklung (IQ M-V) des Ministeriums für Bildung und Kindertagesförderung Mecklenburg-Vorpommern kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen,

wir haben gemeinsam die Aufgabe und die Verantwortung, die Kinder und Jugendlichen auf ihrem Weg ins Leben zu unterstützen, sie zu begleiten und ihnen zur Seite zu stehen. Unser Ziel dabei ist, dass sie ihren Platz in der Gesellschaft finden und somit ein eigenverantwortliches und selbstbestimmtes Leben führen können.

Der Fachunterricht sichert eine fundierte Grundlage für den weiteren Lebensweg und die Handlungsfähigkeit in der modernen Welt. Unter Beachtung der Themenbereiche, die für die gesellschaftliche Orientierung der Kinder und Jugendlichen von Bedeutung sind, ermöglicht der Ihnen vorliegende Rahmenplan einen lebensweltbezogenen Unterricht.

Der Fokus richtet sich gleichermaßen auf die fachspezifischen Schwerpunkte und die Kompetenzentwicklung, um eine Teilhabe der Lernenden am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen und die Entwicklung grundlegender Fähig- und Fertigkeiten zu fördern.

Sehen Sie diesen Rahmenplan im wortwörtlichen Sinne als dienendes Element. Der Aufbau ist so angelegt, dass die Inhalte für den Unterricht einerseits konkret und verbindlich benannt und andererseits mit den zu vermittelnden Kompetenzen verbunden werden. Zugleich steht Ihnen ausreichend Freiraum zur Verfügung, um den Unterricht methodisch vielfältig zu gestalten und die Inhalte nachhaltig zu vermitteln. Eine Vielzahl an fachspezifischen Hinweisen und Anregungen unterstützt Sie bei der Gestaltung eines abwechslungsreichen schülernahen Unterrichts.

Dabei wünsche ich Ihnen viel Freude.

Ihre Simone Oldenburg



**Simone Oldenburg**  
Bildungsministerin

## Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	1
1.1	Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans.....	1
1.2	Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes .....	2
1.3	Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe.....	3
2	Beitrag des Unterrichtsfaches Biologie zum Kompetenzerwerb .....	4
2.1	Fachprofil .....	4
2.2	Bildung in der digitalen Welt.....	6
2.3	Bildung für eine nachhaltige Entwicklung.....	7
2.4	Interkulturelle Bildung .....	7
2.5	Inklusiver Unterricht .....	7
2.6	Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern.....	8
2.7	Räumliche und technische Voraussetzungen für den Biologieunterricht .....	9
3	Abschlussbezogene Standards .....	10
3.1	Konkretisierung der Standards in den einzelnen Kompetenzbereichen .....	10
	[S] Sachkompetenz.....	10
	[E] Erkenntnisgewinnungskompetenz.....	11
	[K] Kommunikationskompetenz.....	13
	[B] Bewertungskompetenz.....	14
3.2	Unterrichtsinhalte .....	15
	Einführungsphase.....	15
	Genetik.....	15
	Evolution .....	18
	Zytologie I.....	20
	Qualifikationsphase .....	22
	Zytologie II.....	22
	Stoffwechselphysiologie .....	24
	Neurophysiologie .....	29
	Ökologie .....	32
	Genetik.....	38
	Evolution .....	44
4	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung.....	48
4.1	Gesetzliche Grundlagen .....	48
4.2	Allgemeine Grundsätze .....	48
4.3	Fachspezifische Grundsätze .....	50

# 1 Grundlagen

## 1.1 Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans

<b>Intention</b>	Der Rahmenplan ist als verbindliches und unterstützendes Instrument für die Unterrichtsgestaltung zu verstehen. Die in Kapitel 3.2 benannten Themen füllen ca. 80 % der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Den Lehrkräften wird somit Freiraum für die eigene Unterrichtsgestaltung sowie für methodisch-didaktische Entscheidungen im Hinblick auf schulinterne Konkretisierungen eröffnet. Die Erstellung eines schulinternen Lehrplans mit dem Fokus auf inhaltliche Aspekte entfällt.
<b>Grundstruktur</b>	Der Rahmenplan gliedert sich in einen allgemeinen und einen fachspezifischen Teil. Der allgemeine Teil beschreibt den für alle Fächer geltenden Bildungs- und Erziehungsauftrag im gymnasialen Bildungsgang. Im fachspezifischen Teil werden die Kompetenzen und die Inhalte – mit Bezug auf die Bildungsstandards – ausgewiesen.
<b>Kompetenzen</b>	Im Zentrum des Fachunterrichts steht der Kompetenzerwerb. Die Kompetenzen werden in der Auseinandersetzung mit den verbindlichen Themen entwickelt. Der Rahmenplan benennt die verbindlich zu erreichenden fachspezifischen Kompetenzen.
<b>Themen</b>	Für den Unterricht werden verbindliche Themen benannt, denen Inhalte zugewiesen werden. Die Reihenfolge der Themen hat keinen normativen, sondern empfehlenden Charakter.
<b>Stundenzahlen</b>	Es wird eine Empfehlung für die für ein Thema aufzuwendende Unterrichtszeit gegeben. Die vor dem Schrägstrich stehende Zahl ist dabei die vorgeschlagene Stundenzahl für den Grundkurs, die zweite Zahl die für den Leistungskurs.
<b>Inhalte</b>	Die Konkretisierung der Themen erfolgt in tabellarischer Form, wobei die linke Spalte die verbindlichen Inhalte und die rechte Spalte Hinweise und Anregungen für deren Umsetzung im Unterricht enthält.
<b>Hinweise und Anregungen</b>	Neben Anregungen für die Umsetzung im Unterricht werden Hinweise für notwendige und hinreichende Tiefe der Auseinandersetzung mit den Inhalten gegeben.
<b>Querschnittsthemen</b>	Kompetenzen und Inhalte, die die im Schulgesetz festgelegten Aufgabengebiete berühren, werden im Rahmenplan als Querschnittsthemen gekennzeichnet.
<b>Anforderungsniveaus</b>	Die Anforderungen im Bereich Wissenserwerb und Kompetenzentwicklung werden für das grundlegende (Grundkurs) und das erhöhte Niveau (Leistungskurs) beschrieben. Die Anforderungen für den Grundkurs gelten für alle Schülerinnen und Schüler gleichermaßen. Die darüber hinaus geltenden Anforderungen für den Leistungskurs sind grau unterlegt.
<b>Verknüpfungsbeispiele</b>	Als Anregung für eine an den Bildungsstandards orientierte Unterrichtsplanung werden im Anschluss an jede tabellarische Darstellung eines Themas Beispiele für die Verknüpfung von Kompetenzen und Inhalten aufgeführt.
<b>Experimente</b>	Die Bezeichnungen DE und SE stehen für Demonstrations- und Schülerexperimente. Das Anfertigen eines Protokolls liegt im Ermessen der Lehrkraft.
<b>Begleitdokumente</b>	Begleitende Dokumente für die Umsetzung des Rahmenplans finden Sie auf der <a href="https://bildung-mv.de">Portalseite des Faches</a> auf dem Bildungsserver ( <a href="https://bildung-mv.de">https://bildung-mv.de</a> ).

## 1.2 Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes

Die Schule setzt den Bildungs- und Erziehungsauftrag insbesondere durch Unterricht um, der in Gegenstandsbereichen, Unterrichtsfächern, Lernbereichen sowie Aufgabefeldern erfolgt. Im Schulgesetz werden zudem Aufgabengebiete benannt, die Bestandteil mehrerer Unterrichtsfächer sowie Lernbereiche sind und in allen Bereichen des Unterrichts eine angemessene Berücksichtigung finden sollen. Diese Aufgabengebiete sind als Querschnittsthemen in allen Rahmenplänen verankert. Im vorliegenden Plan sind die Querschnittsthemen durch Kürzel gekennzeichnet und den Aufgabengebieten des Schulgesetzes wie folgt zugeordnet:

- [DRF] – Demokratie-, Rechts- und Friedenserziehung
- [BNE] – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
  - Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
  - Förderung des Verständnisses von wirtschaftlichen, ökologischen, sozialen und kulturellen Zusammenhängen
- [BTV] – Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
  - Europabildung
  - interkulturelle Bildung und Erziehung
  - ethische, kulturelle und soziale Aspekte der Sexualerziehung
- [PG] – Prävention und Gesundheitserziehung
  - Gesundheitserziehung
  - gesundheitliche Aspekte der Sexualerziehung
  - Verkehrs- und Sicherheitserziehung
- [MD] – Medienbildung und Digitale Kompetenzen
  - Medienbildung
  - Bildung in der digitalen Welt
    - [MD1] – Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
    - [MD2] – Kommunizieren und Kooperieren
    - [MD3] – Produzieren und Präsentieren
    - [MD4] – Schützen und sicher Agieren
    - [MD5] – Problemlösen und Handeln
    - [MD6] – Analysieren und Reflektieren
- [BO] – berufliche Orientierung

### 1.3 Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe

Der gymnasiale Bildungsgang bereitet junge Menschen darauf vor, selbstbestimmt zu leben, sich selbst zu verwirklichen und in sozialer Verantwortung zu handeln.

Zur Erfüllung des Bildungs- und Erziehungsauftrags im gymnasialen Bildungsgang sind der Erwerb anwendungsbereiten und über den schulischen Kontext hinausgehenden Wissens, die Entwicklung von allgemeinen und fachbezogenen Kompetenzen mit der Befähigung zu lebenslangem Lernen sowie die Werteorientierung an einer demokratischen und pluralistischen Gesellschaftsordnung zu verknüpfen. Die jungen Menschen sollen befähigt werden, mit den zukünftigen Herausforderungen des globalen Wandels nachhaltig umgehen zu können.

Die gymnasiale Oberstufe umfasst die Jahrgangsstufe 10 als Einführungsphase sowie die Jahrgangsstufen 11 und 12 als Qualifikationsphase. An den Fachgymnasien und den Abendgymnasien bilden die Jahrgangsstufe 11 die Einführungsphase und die Jahrgangsstufen 12 und 13 die Qualifikationsphase.

Die Einführungsphase greift unter größtmöglicher Berücksichtigung der unterschiedlichen Schullaufbahnen die im Sekundarbereich I erworbenen Kompetenzen auf und legt die Grundlagen für die Arbeit in der Qualifikationsphase. Hierbei hat die Einführungsphase Aufgaben der Kompensation und der Orientierung zu erfüllen, um die unmittelbare Anschlussfähigkeit an die Qualifikationsphase zu sichern.

Die Qualifikationsphase vermittelt eine vertiefte Allgemeinbildung sowie eine wissenschaftspropädeutische Grundbildung, welche in den Unterrichtsfächern auf erhöhtem Anforderungsniveau exemplarisch ausgeweitet wird.

Die bis zum Eintritt in die Qualifikationsphase erworbenen Kompetenzen werden mit dem Ziel der Vorbereitung auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer gleichwertigen beruflichen Ausbildung erweitert und vertieft.

Somit erfordert der Unterricht in der Qualifikationsphase eine spezifische Didaktik und Methodik, die in besonderem Maße Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit fördern und damit eine unmittelbare Fortsetzung des Bildungsweges an einer Hochschule oder in unmittelbar berufsqualifizierenden Bildungsgängen ermöglichen.

Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass im Unterricht der Qualifikationsphase neben der Vorbereitung auf die Abschlussprüfungen sowohl auf erhöhtem als auch auf grundlegendem Anforderungsniveau von Beginn an die Ergebnisse in allen Unterrichtsfächern in die Gesamtqualifikation des Abiturs eingehen.

In den jeweiligen Unterrichtsfächern werden unterschiedliche, nicht wechselseitig ersetzbare Formen des Wissenserwerbs abgedeckt. Ein entsprechend breites fachliches Grundlagenwissen ist Voraussetzung für das Erschließen von Zusammenhängen zwischen den Wissensbereichen, für den Erwerb von Lernstrategien sowie für die Kenntnis von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Um einen stärkeren zukunftsorientierten Realitätsbezug der Unterrichtsfächer zu erreichen, ist die Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung unerlässlich.

Hierzu führt der Unterricht in der Qualifikationsphase exemplarisch in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden ein. Dabei ist der Unterricht so auszugestalten, dass ein vernetzendes, fächerübergreifendes und problemorientiertes Denken gefordert und gefördert werden.

Grundsatz der gesamten Arbeit in der Qualifikationsphase ist eine Erziehung, die zur Persönlichkeitsentwicklung und -stärkung, zur Gestaltung des eigenen Lebens in sozialer Verantwortung sowie zur Mitwirkung in der demokratischen Gesellschaft befähigt. Eine angemessene Feedback-Kultur an allen Schulen ist ein wesentliches Element zur Erreichung dieses Ziels.

## 2 Beitrag des Unterrichtsfaches Biologie zum Kompetenzerwerb

### 2.1 Fachprofil

Die Lernenden greifen im Biologieunterricht Fragestellungen auf Grundlage der Wertschätzung der Umwelt und unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit auf. Die Biologie unterscheidet sich von den anderen Naturwissenschaften dadurch, dass sie sich mit dem Phänomen Leben beschäftigt. Sie untersucht die spezifischen Dimensionen der Entwicklung und des Zusammenlebens von Organismen sowie die entsprechenden Wechselwirkungen. In der Biologie ist im Kontext mit der Evolutionstheorie sowie ökologischer und organismischer Phänomene im Unterschied zu den anderen Naturwissenschaften auch die Frage nach dem Zweck eines Phänomens angemessen.

Die Breite der Fachwissenschaft Biologie und ihr hoher Wissensstand erfordern für den Biologieunterricht eine Reduktion der Inhalte. Biologischen Phänomenen liegen Prinzipien zugrunde, die sich als Basiskonzepte beschreiben lassen. Diese Basiskonzepte helfen in Verbindung mit den zu entwickelnden Kompetenzen Schülerinnen und Schülern bei der Erschließung biologischer Sachverhalte und bei der Nutzung biologischer und naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten zur Erklärung der Phänomene des Lebens. Sie ermöglichen kumulatives und vernetztes Lernen sowie eine Orientierung und Problembewältigung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen. Sie dienen dem Verständnis von Wechselbeziehungen auf unterschiedlichen Systemebenen sowie der Reflexion erworbener Kenntnisse über die lebende Natur. Nach folgenden Basiskonzepten und den Reflexionen zum Menschenbild lassen sich die verbindlichen Inhalte strukturieren:

**Struktur und Funktion:** Die funktionelle Betrachtung von Strukturen dient der Erklärung von Zusammenhängen auf verschiedenen Systemebenen. Diese Zusammenhänge können häufig auf der Grundlage allgemeiner biologischer Prinzipien, z. B. dem Schlüssel-Schloss-Prinzip oder dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung dargestellt werden und tragen so beispielsweise zum Verständnis der Funktion von Enzymen, Organen und Ökosystemen bei.

**Reproduktion:** Die Reproduktion als grundlegendes Merkmal des Lebens ist immer mit der Weitergabe der Erbinformation verbunden. Damit besitzen Lebewesen im Gegensatz zur unbelebten Natur die Fähigkeit zur Selbstvervielfältigung. Dieses Basiskonzept hilft, die identische Replikation, die Zellteilungsprozesse sowie Fortpflanzungsstrategien zu verstehen.

**Kompartimentierung:** Durch die Abgrenzung lebender Systeme von ihrer Umwelt entstehen Räume, in denen unterschiedlichste Prozesse ablaufen. So ist jedes Lebewesen von seiner Umgebung durch Strukturen abgegrenzt, die den Stoffaustausch beeinflussen und Energieverluste minimieren. Diese Reaktionsräume finden sich auf den verschiedenen Ebenen lebender Systeme, z. B. Zellorganell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem.

**Steuerung und Regelung:** Durch die Möglichkeit der Steuerung und Regelung halten Organismen und Lebensgemeinschaften bestimmte Zustände aufrecht, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich erheblich ändern. Lebende Systeme haben die Fähigkeit, auf diese Veränderungen zu reagieren. Dieses Basiskonzept wird zur Erklärung von Regulationsvorgängen im Körper, bei der Steuerung der Gen- und Enzymaktivität und der gegenseitigen Beeinflussung von Populationsgrößen genutzt.

**Stoff- und Energieumwandlung:** Lebewesen sind offene Systeme, die mit ihrer Umwelt in einem ständigen Stoff- und Energieaustausch stehen. Durch Assimilations- und Dissimilationsprozesse entstehen natürliche Stoffkreisläufe in Ökosystemen, in die der Mensch maßgeblich eingreift. Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist immanenter Bestandteil dieses Basiskonzepts.

**Information und Kommunikation:** Lebewesen sind in der Lage, Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten, zu speichern und weiterzugeben. Kommunikation ist eine wechselseitige Informationsübertragung. Sie kann sowohl zwischen Organismen und innerhalb eines Organismus als auch auf molekularer und zellulärer Ebene stattfinden. Dieses Basiskonzept hilft beim Verständnis der Verschlüsselung der Erbinformation, neuronaler Vorgänge im Körper und des Lernens.

**Variabilität und Anpasstheit:** Lebewesen sind in Bau und Funktion ihrer Organe an ihre Lebensweise und Umwelt angepasst. Anpasstheit wird durch Variabilität ermöglicht und durch Selektion bewirkt. Einnischung, Artbildung und Spezialisierung können mithilfe dieses Konzeptes erklärt werden.

**Geschichte und Verwandtschaft:** Dieses Basiskonzept dient dem Verständnis der stammesgeschichtlichen Entwicklung und der Entstehung der Vielfalt der Organismen. Es steht in engem Zusammenhang mit den Konzepten von „Reproduktion“ und „Variabilität und Anpasstheit“. Alle biologischen Phänomene lassen sich letztendlich durch Evolutionsprozesse erklären. Alle heute existierenden Arten haben einen gemeinsamen Ursprung. Der Verwandtschaftsgrad ist das Maß für die gemeinsame Stammesgeschichte. Dieses Basiskonzept trägt dazu bei, die Systematik der Lebewesen, die Coevolution und auch die Herkunft des Menschen zu verstehen.

Im Biologieunterricht betrachten Schülerinnen und Schüler die besondere Stellung des Menschen im biologischen System und seine Beziehungen zur Umwelt aus naturwissenschaftlicher, ethischer, wirtschaftlicher und philosophischer Perspektive. Auf der Grundlage erworbener Kenntnisse beteiligen sie sich am gesellschaftlichen Diskurs beispielsweise im Hinblick auf die Reproduktionsmedizin, die Neurobiologie, die Biotechnologie und Gentechnik sowie die Ökologie. Dabei diskutieren und bewerten sie das Selbstverständnis des Menschen kritisch. Inhalte, die in besonderer Weise Reflexionen zum Menschenbild ermöglichen, sind in den einzelnen Themenfeldern ausgewiesen.

## 2.2 Bildung in der digitalen Welt

„Der Bildungs- und Erziehungsauftrag der Schule besteht im Kern darin, Schülerinnen und Schüler angemessen auf das Leben in der derzeitigen und künftigen Gesellschaft vorzubereiten und sie zu einer aktiven und verantwortlichen Teilhabe am kulturellen, gesellschaftlichen, politischen, beruflichen und wirtschaftlichen Leben zu befähigen.“<sup>1</sup>

Durch die Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten, die mit gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen einhergehen und an den Bildungsauftrag erweiterte Anforderungen stellen. Kommunikations- und Arbeitsabläufe verändern sich z. B. durch digitale Medien, Werkzeuge und Kommunikationsplattformen und erlauben neue schöpferische Prozesse und damit neue mediale Wirklichkeiten.

Um diesem erweiterten Bildungsauftrag gerecht zu werden, hat die Kultusministerkonferenz einen Kompetenzrahmen zur Bildung in der digitalen Welt formuliert, dessen Umsetzung integrativer Bestandteil aller Fächer ist.

Diese Kompetenzen werden in Abstimmung mit den im Rahmenplan „Digitale Kompetenzen“ ausgewiesenen Leitfächern, welche für die Entwicklung der Basiskompetenzen verantwortlich sind, altersangemessen erworben und auf unterschiedlichen Niveaustufen weiterentwickelt.

Das Fach Biologie ist insbesondere Leitfach für:

- das Vermeiden von Suchtgefahren, sich Selbst und andere vor möglichen Gefahren schützen
- die gesundheitsbewusste Nutzung digitaler Technologien
- die Nutzung digitaler Technologien für soziales Wohlergehen und Eingliederung.

Aufgabe des Faches Biologie ist es, sicherzustellen, dass sich die Schülerinnen und Schüler in der Betrachtung der Phänomene des Lebendigen mithilfe angemessener fachlicher Kompetenz in einer zunehmend medial geprägten Lebenswelt orientieren und so zu einem fachkompetenten, verantwortungsbewusstem sowie selbstbestimmten Mediengebrauch finden können. Auf diese Weise sollen Schülerinnen und Schüler beispielsweise dazu befähigt werden, Forschungsergebnisse auszuwerten, sich an Diskussionen zu ethischen Fragestellungen von Anwendungsbereichen biologischer Erkenntnisse zu beteiligen sowie statistisches Datenmaterial auf verschiedenste Weisen aufzubereiten und zu interpretieren.

Medienbildung bedeutet im Biologieunterricht immer, dass ihre Inhalte und Vermittlungsleistungen zum Gegenstand des Unterrichts werden. Schülerinnen und Schüler sollen Gestaltungsmittel digitaler Medienangebote kennenlernen, bewerten und zunehmend intensiver nutzen, um den Ansprüchen an die Welt der Zukunft gerecht zu werden. Zentrale Aufgaben sollen daher die Unterstützung im Verstehens- und Reflexionsprozess und ein Verdeutlichen von Chancen und Risiken zum sicheren und bewussten Umgang mit digitalen Medien in diversen Lebensbereichen sein.

Der „Bildungsatlas Umwelt und Entwicklung“<sup>2</sup> der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung Mecklenburg-Vorpommern e. V. gibt dabei vielfältige Anregungen zu Themen der Nachhaltigkeit.

Durch die Integration digitaler Medien und Werkzeuge in den Unterrichtsprozess, die Produktion von Medienbotschaften sowie die Reflexion des eigenen Medienhandelns trägt das Fach Biologie dem notwendigen Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler in einer zunehmend digital und multimedial geprägten Gesellschaft Rechnung.

---

<sup>1</sup> KMK-Strategie zur Bildung in der Digitalen Welt, Berlin 2018, S.10

<sup>2</sup> <https://www.umweltschulen.de/de/>

## 2.3 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) ist eine wichtige Querschnittsaufgabe von Schule. Entwicklung ist dann nachhaltig, wenn sie die Lebensqualität der gegenwärtigen und der zukünftigen Generationen unter der Berücksichtigung der planetaren Grenzen sichert.

Unterrichtsthemen sollten in allen Fächern so ausgerichtet werden, dass Schülerinnen und Schüler eine Gestaltungskompetenz erwerben, die sie zum nachhaltigen Denken und Handeln befähigt. Aktuelle Herausforderungen wie Klimawandel, internationale Handels- und Finanzbeziehungen, Umweltschutz, erneuerbare Energien oder soziale Konflikte und Kriege werden in ihrer Wechselwirkung von ökonomischen, ökologischen, regionalen und internationalen, sozialen und kulturellen Aspekten betrachtet. BNE ist dabei keine zusätzliche neue Aufgabe mit neuen Themen, sondern ein Perspektivwechsel mit neuen inhaltlichen Schwerpunkten.

Um diesen Bildungsauftrag zu konsolidieren, hat die Kultusministerkonferenz den Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung<sup>3</sup> verabschiedet. Er ist eine Empfehlung, um BNE mit globaler Perspektive fest in Schule und Unterricht zu verankern, und alle Bildung Beteiligten bei dieser Aufgabe konzeptionell zu unterstützen. Er ist Bezugsrahmen für die Entwicklung von Lehr- und Bildungsplänen sowie die Gestaltung von Unterricht und außerunterrichtlichen Aktivitäten. Darüber hinaus unterstützt der „Bildungsatlas Umwelt und Entwicklung“<sup>2</sup> der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung Mecklenburg-Vorpommern e. V. Lehrkräfte, passende Bildungsangebote außerschulischer Lernorte kennenzulernen und ihre Potenziale für die Planung und Gestaltung des Unterrichts zu nutzen.

## 2.4 Interkulturelle Bildung

Interkulturelle Bildung ist eine Querschnittsaufgabe von Schule. Vermittlung von Fachkenntnissen, Lernen in Gegenstandsbereichen, außerschulische Lernorte, grenzüberschreitender Austausch oder Medienbildung – alle diesbezüglichen Maßnahmen müssen koordiniert werden und helfen, eine Orientierung für verantwortungsbewusstes Handeln in der globalisierten und digitalen Welt zu vermitteln. Der Erwerb interkultureller Kompetenzen ist eine Schlüsselqualifikation im 21. Jahrhundert.

Kulturelle Vielfalt verlangt interkulturelle Bildung, Bewahrung des kulturellen Erbes, Förderung der kulturellen Vielfalt und der Dialog zwischen den Kulturen zählen dazu. Ein Austausch mit Gleichaltrigen zu fachlichen Themen unterstützt die Auseinandersetzung mit kultureller Vielfalt. Die damit verbundenen Lernprozesse zielen auf das gegenseitige Verstehen, auf bereichernde Perspektivwechsel, auf die Reflexion der eigenen Wahrnehmung und einen toleranten Umgang miteinander ab.

Fast alle Unterrichtsinhalte sind geeignet, sie als Gegenstand für bi- oder multilaterale Projekte, Schüleraustausche oder auch virtuelle grenzüberschreitende Projekte im Rahmen des Fachunterrichts zu wählen. Förderprogramme der EU bieten dafür exzellente finanzielle Rahmenbedingungen.

## 2.5 Inklusiver Unterricht

Inklusion ist als gesamtgesellschaftlicher Prozess zu verstehen. Dabei ist inklusive Bildung eine übergreifende Aufgabe von Schule und schließt alle Gegenstandsbereiche im Lernen ein.

Inklusive Bildung ist das gemeinsame Lernen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Behinderung. Sie ist eine wichtige Voraussetzung für Selbstbestimmung, aktive Teilhabe an Gesellschaft, Kultur, Beruf und Demokratie.

Grundvoraussetzung für eine gelingende Inklusion ist die gegenseitige Akzeptanz und die Rücksichtnahme sowie die Haltung und Einstellung aller an Schule Mitwirkenden.

Ziel einer inklusiven Bildung ist, alle Schülerinnen und Schüler während ihrer Schullaufbahn individuell zu fördern, einen gleichberechtigten Zugang zu allen Angeboten des Unterrichts und der verschiedenen Bildungsgänge sowie des Schullebens insgesamt zu ermöglichen.

<sup>3</sup> <https://ges.engagement-global.de/orientierungsrahmen.html>

In Mecklenburg-Vorpommern werden Maßnahmen zur Einführung eines inklusiven Schulsystems umgesetzt, die Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte entlasten. Dazu werden neben dem Unterricht in Regelklassen eigene Lerngruppen für Schülerinnen und Schüler mit starken Auffälligkeiten in den Bereichen Sprache oder Lernen oder Auffälligkeiten im Verhalten gebildet. In inklusiven Lerngruppen erhalten Schülerinnen und Schüler eine kooperative Förderung. Dabei sind sie Schülerinnen und Schüler einer regulären Grundschulklasse oder einer regulären Klasse der weiterführenden allgemeinbildenden Schule (Bezugsklasse). In ihrer Lerngruppen werden die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Unterrichts gezielt individuell gefördert. Der Unterricht in den Lerngruppen erfolgt durch sonderpädagogisches Fachpersonal.

Ein weiterer Baustein im inklusiven Schulsystem ist die Einrichtung von Schulen mit spezifischer Kompetenz. Diese ermöglichen Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in den Schwerpunkten Hören oder Sehen oder körperliche und motorische Entwicklung eine wohnortnahe Beschulung. Die Schülerinnen und Schüler können mit ihren Freundinnen und Freunden, beispielsweise aus der Kindertagesstätte oder aus der Nachbarschaft, gemeinsam in eine Schule gehen und gemeinsam lernen.

Für eine inklusive Bildung sind curriculare Anpassungen notwendig, um den Schülerinnen und Schülern einen individualisierten Zugang zum Rahmenplan der allgemein bildenden Schulen zu ermöglichen.

## 2.6 Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern

Bildungs- und Erziehungsziel sowie Querschnittsaufgabe der Schule ist es, die Verbundenheit der Schülerinnen und Schüler mit ihrer natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt sowie die Pflege der niederdeutschen Sprache zu fördern. Weil Globalisierung, Wachstum und Fortschritt nicht mehr nur positiv besetzte Begriffe sind, ist es entscheidend, die verstärkten Beziehungen zur eigenen Region und zu deren Erbe in Landschaft, Kultur und Architektur mit den Werten von Demokratie sowie den Zielen der interkulturellen Bildung zu verbinden. Diese Lernprozesse zielen auf die Beschäftigung mit Mecklenburg-Vorpommern als Migrationsgebiet, als Kultur- und Tourismusland sowie als Wirtschaftsstandort ab. Sie geben eine Orientierung für die Wahrnehmung von Originalität, Zugehörigkeit als Individuum, emotionaler und sozialer Einbettung in Verbindung mit gesellschaftlichem Engagement. Die Gestaltung des gesellschaftlichen Zusammenhalts aller Bevölkerungsgruppen ist eine zentrale Zukunftsaufgabe.

Eine Vielzahl von Unterrichtsinhalten eignet sich in besonderer Weise, regionale Literatur, Kunst, Architektur, Kultur, Musik und die niederdeutsche Sprache zu erleben. In Mecklenburg-Vorpommern lassen sich Hansestädte, Welterbestätten, Museen und Nationalparks sowie Stätten des Weltnaturerbes erkunden. Außerdem lässt sich Neues über das Schaffen von Persönlichkeiten aus dem heutigen Vorpommern oder Mecklenburg erfahren, welche auf künstlerischem, geisteswissenschaftlichem sowie naturwissenschaftlich-technischem Gebiet den Weg bereitet haben. Unterricht an außerschulischen Lernorten in Mecklenburg-Vorpommern, Projekte, Schulfahrten sowie die Teilnahme an regionalen Wettbewerben wie dem Plattdeutschwettbewerb bieten somit einen geeigneten Rahmen, um die Ziele des Landesprogramms „Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern“<sup>4</sup> umzusetzen.

---

<sup>4</sup> [https://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungsserver/downloads/Landesheimatprogramm\\_hochdeutsch.pdf](https://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungsserver/downloads/Landesheimatprogramm_hochdeutsch.pdf)

## **2.7 Räumliche und technische Voraussetzungen für den Biologieunterricht**

Das Experimentieren und praktische Arbeiten findet in einem Biologiefachraum statt. Dieser soll so gestaltet und ausgestattet sein, dass das Experimentieren problemlos realisiert werden kann.

Für die im Rahmenplan verbindlich genannten Experimente müssen die notwendigen Materialien und Geräte in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen. Die Aufbewahrung muss sicher und in der Regel in mindestens einem Vorbereitungsraum entsprechender Größe möglich sein. Dieser Raum muss so groß sein, dass Experimentieraufbauten vorbereitet und gelagert werden können.

Wenn möglich, sollten die Geräte für die Schülerexperimente im Unterrichtsraum aufbewahrt werden. Bei Experimenten mit Gefahrstoffen sind die Vorgaben der Gefahrenstoffverordnungen zu befolgen.

Für die Lehrkraft steht am Arbeitsplatz im Biologieraum ein Computer mit Projektions- und Präsentationstechnik sowie Zugang zum Internet zur Verfügung. Um die Projektions- und Präsentationstechnik optimal nutzen zu können, soll der Biologieraum verdunkelbar sein.

### 3 Abschlussbezogene Standards

#### 3.1 Konkretisierung der Standards in den einzelnen Kompetenzbereichen

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung stets nach den gleichen Prinzipien. Daher weisen die im Biologieunterricht und die in den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zu erwerbenden Kompetenzen große Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer gleichlautend beschrieben. In den abschlussorientierten Standards werden sie auf das Unterrichtsfach Biologie bezogen.

Die Kompetenzbereiche werden von den Lernenden nur in der aktiven Auseinandersetzung mit Fachinhalten erworben. Dabei beschreiben die drei Anforderungsbereiche unterschiedliche kognitive Ansprüche von kompetenzbezogenen naturwissenschaftlichen Aktivitäten. Die Kompetenzbereiche manifestieren sich in jedem einzelnen naturwissenschaftlichen Inhalt, das heißt, allgemeine naturwissenschaftlichen Kompetenzen und Inhalte sind untrennbar miteinander verknüpft (in Abbildung 1 durch ein Raster angedeutet). Man wird erst dann vom hinreichenden Erwerb eines Kompetenzbereiches sprechen, wenn dieser an ganz unterschiedlichen Inhalten in allen drei Anforderungsbereichen erfolgreich eingesetzt werden kann.

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den im Sekundarbereich I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen. Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.

#### [S] 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.

Im Leistungskurs Biologie werden zu bestimmten Themen mehr Sachverhalte, teils in höherer Komplexität der verwendeten Modelle, teils detaillierter betrachtet.

### **Biologische Sachverhalte betrachten**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

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

Die Schülerinnen und Schüler können

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

## **[E] 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 proximalen 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.

Im Leistungskurs wird im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz vermehrt auf eine höhere Komplexität der bearbeiteten Fragestellungen, ihrer Umsetzung in konkreten Denk- und Arbeitsweisen sowie eine vertiefte Reflexion des Prozesses der Erkenntnisgewinnung Wert gelegt.

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

Die Schülerinnen und Schüler können

- Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen beschreiben;
- Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten identifizieren und entwickeln;
- theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen aufstellen.

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

Die Schülerinnen und Schüler können

- hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen planen und durchführen sowie diese protokollieren;
- bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge berücksichtigen;
- die Variablenkontrolle beim Experimentieren berücksichtigen;
- qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge aufnehmen und auswerten;
- Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen anwenden.

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

Die Schülerinnen und Schüler können

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

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

Die Schülerinnen und Schüler können

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

**[K] 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 proximalen 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.

Die Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses besitzen im Bereich der Kommunikationskompetenz ein umfangreicheres Fachvokabular und drücken sich fachlich präziser aus. Sie sind in der Lage, sprachlich und inhaltlich komplexere Fachtexte zu verstehen.

**Informationen erschließen**

Die Schülerinnen und Schüler können

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

**Informationen aufbereiten**

Die Schülerinnen und Schüler können

- ausgewählte Informationen strukturieren und interpretieren und Schlussfolgerungen ableiten;
- zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden;
- Sachverhalte aus ultimativer und proximaler Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen, erklären;
- zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen unterscheiden;
- geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte nutzen und diese ineinander überführen;
- sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten verarbeiten.

### Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationgerecht
- unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien präsentieren;
- die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate prüfen;
- sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte austauschen, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt;
- wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationgerecht argumentieren.

### [B] 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.

Im Leistungskurs können Schülerinnen und Schüler im Bereich der Bewertungskompetenz mehr und komplexere Argumente mit Belegen heranziehen. Auch gelingt es ihnen, eigene Standpunkte differenzierter zu begründen und so besser gegen sachliche Kritik zu verteidigen.

### Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler können

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

### Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler können

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

### Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler können

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

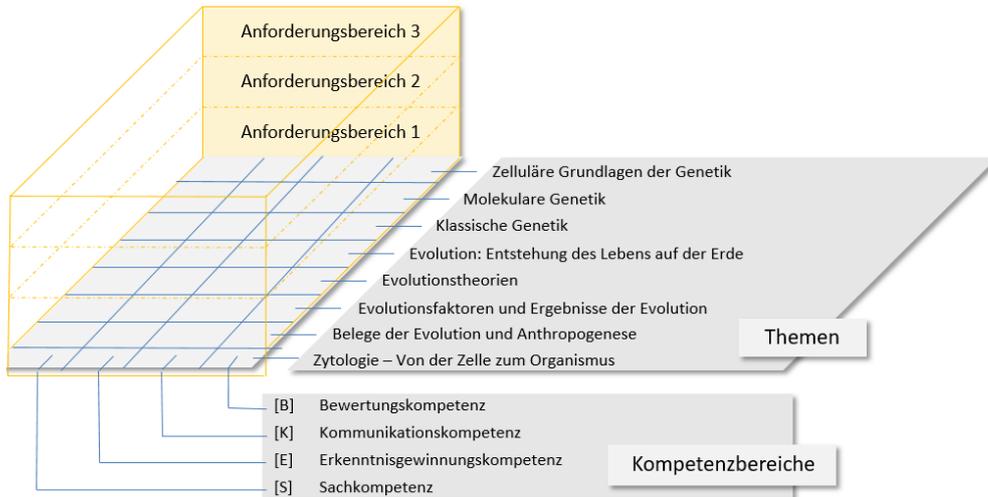
### 3.2 Unterrichtsinhalte

Am Fach- und am Abendgymnasium werden

- die verbindlichen Inhalte der Lebens- und Berufserfahrung der Schülerinnen und Schüler und der erwachsenen Studierenden angepasst,
- die methodische Anlage des Unterrichts im Sinne des Kompetenzzuwachses mit großer Offenheit und individueller Beratung gehandhabt und
- die Heterogenität innerhalb der Lerngruppen besonders berücksichtigt.

Einführungsphase

ca. 60 Unterrichtsstunden



Genetik

ca. 22 Unterrichtsstunden

**Zelluläre Grundlagen der Genetik**

ca. 3 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über grundlegende Fragen der Genetik</li> </ul> Informationen am laufenden Band <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau von Chromosomen</li> <li>• Formenwandel: Transport- und Funktionsform</li> <li>• Arten: Ein- und Zweichromatid-Chromosomen</li> <li>• Chromosomensätze</li> <li>• Chromosomenverteilung beim Menschen</li> </ul>	Chromatide, Centromer, Erbsubstanz  Autosomen und Gonosomen Artspezifität der Chromosomenverteilung [BTV] Karyogramm des Menschen

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** den Aufbau und den Formenwandel eines Chromosoms beschreiben
- E:** den Aufbau von Bakterien-, Pflanzen- und Tierzelle vergleichen
- K:** Karyogramme erstellen, analysieren und Ergebnisse präsentieren
- B:** den Widersinn von Rassismus anhand der Artspezifität der Chromosomenverteilung beim Menschen reflektieren [BTV]

## Molekulare Genetik

ca. 8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Der Bauplan des Lebens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktion</li> <li>– molekularer Aufbau: Nucleotide</li> <li>– komplementäre Basenpaarung</li> <li>– Struktur: Doppelhelix</li> </ul> </li> <li>• RNA               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktion</li> <li>– m- und t-RNA</li> </ul> </li> </ul> <p>Verschlüsselung von Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der genetische Code als Triplettcode</li> </ul> <p>Wie aus Informationen Merkmale werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkription und Translation: Definition und Ablauf</li> </ul> <p>Fertig machen zur Teilung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellzyklus               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Phasen und Formenwandel der Chromosomen</li> </ul> </li> <li>• Identische Replikation               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition und Ablauf</li> </ul> </li> <li>• Mitose und Meiose               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung und Wesen</li> </ul> </li> </ul>	<p>Würdigung der wissenschaftlichen Arbeit von Franklin, Watson und Crick DNA-Modell</p> <p>Vergleich von DNA und RNA</p> <p>kann auch im Zusammenhang mit der Proteinbiosynthese behandelt werden Merkmale: universell, kommafrei, lückenlos, nicht überlappend, degeneriert, eindeutig</p> <p>Bedeutung der Eiweiße Der Ablauf der Proteinbiosynthese soll im Überblick erarbeitet werden, Arbeit mit der Codesonne Simulation [MD]</p> <p>Simulation von Zustandsdiagrammen [MD]</p> <p>Ablauf in Grundzügen Der Ablauf der Mitose soll im Überblick erarbeitet werden</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

**S:** Wesen von Mitose und Meiose beschreiben

**E:** die Merkmale des genetischen Codes erklären

**K:** Phasen der Kernteilung mikroskopieren und anhand von Modellen zuordnen

**B:** Bedeutung der Eiweißsynthese für die Aufrechterhaltung des Stoffwechsels erörtern

## Klassische Genetik

ca. 11 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Vererbung folgt klaren Regeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe</li> <li>• 1. und 2. Mendelsche Regel</li> </ul> <p>Auf die Umwelt kommt es an</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifikationen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition, Reaktionsnorm</li> </ul> </li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutationen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition</li> <li>– Mutagene</li> <li>– Auswirkungen auf die Körperzellen und die Keimbahn</li> </ul> </li> <li>• Bedeutung von Mutationen</li> <li>• Vergleich von Mutation und Modifikation</li> </ul> <p>Genetisch bedingte Erkrankungen des Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krankheitsbild und Vererbung an selbstgewählten Beispielen</li> </ul> <p>Stammbäume</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung und Auswertung</li> </ul>	<p>Würdigung der wissenschaftlichen Arbeit von Mendel</p> <p>dominant-rezessive und intermediäre Erbgänge</p> <p>Zeichnen und Auswerten von Modifikationskurven</p> <p>Anwendungen von Erkenntnissen aus Modifikationen im agrarwirtschaftlichen Bereich [BO] [PG]</p> <p>[PG]</p> <p>kritische Bewertung von Mutationen an Beispielen [MD4]</p> <p>Mögliche Erkrankungen: Phenylketonurie, Trisomie 21/18, Albinismus, Chorea Huntington, Katzenschreisyndrom, Marfan-Syndrom, Bluterkrankheit, Rot-Grün-Sehschwäche</p> <p>Genetische Familienberatung [BTV] [DRF]</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** die erste und zweite Mendelsche Regel beschreiben und anwenden
- E:** aus Stammbäumen Erkrankungswahrscheinlichkeiten ableiten
- K:** Verwandtenehen als Problem der genetischen Vielfalt diskutieren
- B:** das Gefahrenpotenzial von Mutagenen im alltäglichen Leben reflektieren

Evolution

ca. 19 Unterrichtsstunden

**Evolution: Entstehung des Lebens auf der Erde****ca. 2 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Die Anfänge unseres blauen Planeten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung der Erde</li> </ul> Vom Ursprung des Lebens <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung der Urzelle</li> <li>• Zusammenschluss zu Kolonien</li> <li>• Entwicklung zu Vielzellern</li> </ul>	Religiöse und naturwissenschaftliche Ansätze: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schöpfungslehre [BTV] [DRF]</li> <li>• Urknalltheorie</li> <li>• Uratmosphäre und Urozeane</li> </ul> Kompartimentierung als Voraussetzung

18

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** unterschiedliche Theorien zur Entstehung des Lebens beschreiben  
**E:** Kompartimentierung als Voraussetzung für die Entstehung der Urzelle erörtern  
**K:** die Entwicklung des Lebens vom Einfachen zum Komplizierten erläutern  
**B:** religiöse und naturwissenschaftliche Ansätze zur Weltentstehung in ihrer Diversität diskutieren [BTV]

**Evolutionstheorien****ca. 4 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Die langen Hälsen der Giraffen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutionstheorie nach Lamarck</li> <li>• Evolutionstheorie nach Darwin-Wallace</li> </ul>	Vergleich/Diskussion der Theorien von Lamarck und Darwin-Wallace, sowie der Weiterentwicklung zur synthetischen Evolutionstheorie

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** die Evolutionstheorien von Lamarck und Darwin-Wallace beschreiben  
**E:** die Theorien von Lamarck und Darwin-Wallace vergleichen  
**K:** anhand konkreter Beispiele die Inhalte der Evolutionstheorien präsentieren  
**B:** den Missbrauch des Darwinismus in Diktaturen beurteilen [BTV] [DRF]

**Evolutionsfaktoren und Ergebnisse der Evolution****ca. 10 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Nichts bleibt wie es war <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbegriff</li> <li>• Evolutionsfaktoren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– primäre Evolutionsfaktoren: Mutation und Neukombination</li> <li>– sekundäre Evolutionsfaktoren: Selektion und Isolation</li> </ul> </li> <li>• Ergebnisse der Evolution               <ul style="list-style-type: none"> <li>– homologe und analoge Organe</li> </ul> </li> </ul>	Bsp.: Darwinfinken  Bsp.: Birkenspanner

19

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** Evolutionsfaktoren und durch sie bedingte Entwicklungstrends benennen  
**E:** am Beispiel des Birkenspanners die Selektion beschreiben  
**K:** die Höherentwicklung bei Wirbeltieren anhand verschiedener Kriterien darstellen  
**B:** die Entwicklung unterschiedlicher Vordergliedmaßen bei Wirbeltieren als homolog beurteilen

**Belege der Evolution und Anthropogenese****ca. 3 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Zeugen der Vergangenheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossilien               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fossilienformen und ihre Entstehung</li> </ul> </li> </ul> Auf den Spuren unserer Vorfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursprung des modernen Menschen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entwicklung des aufrechten Ganges</li> <li>– „Out-of-Africa“-Theorie</li> <li>– Kulturelle Evolution</li> </ul> </li> </ul>	Vielfalt und Gleichwertigkeit aller Menschen soll thematisiert werden [BTV]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** verschiedene Fossilienformen benennen  
**E:** den aufrechten Gang als Voraussetzung für die Menschwerdung beschreiben  
**K:** verschiedene Theorien zur Verbreitung des Menschen diskutieren  
**B:** Grenzen und Chancen kultureller Evolution für die Zukunft beurteilen [DRF]

## Zytologie I

ca. 19 Unterrichtsstunden

## Zytologie – Von der Zelle zum Organismus

ca. 12 Unterrichtsstunden

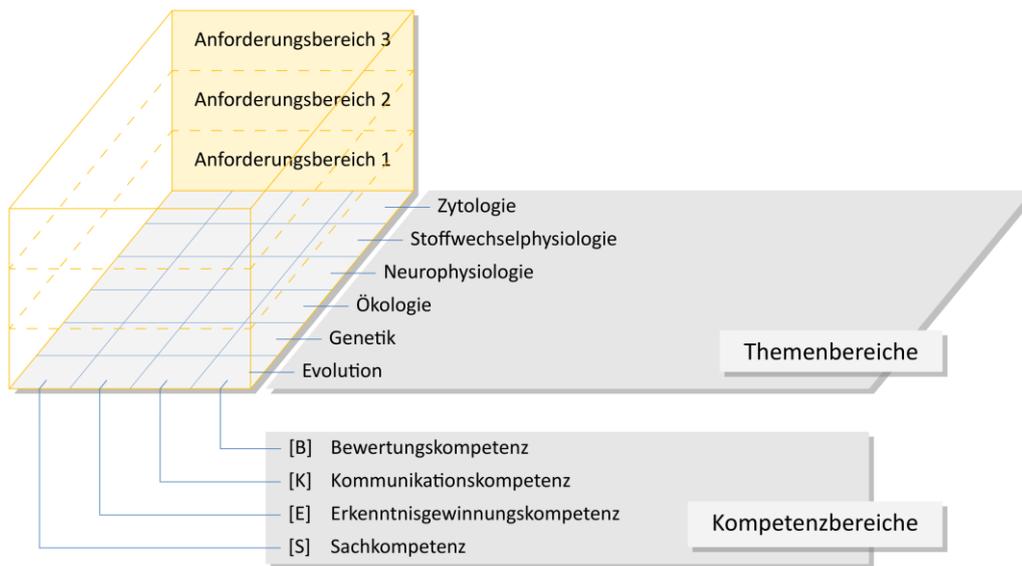
Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Einführung in die Zytologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelle als offenes System</li> <li>• Licht- und elektronenmikroskopisch erkennbare Bestandteile und dessen Funktionen</li> </ul> <p>Zellarten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pflanzliche, tierische und Bakterien</li> <li>• Vergleich und Einteilung prokaryotische und eukaryotische Zellen</li> </ul> <p>Zelle – Gewebe – Organ – Organsystem – Organismus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an pflanzlichen und tierischen Beispielen</li> <li>• Arbeitstechniken in der Zytologie: Mikroskopieren und Zeichnen</li> <li>• Frischpräparat von eukaryotischen Zellen</li> <li>• Dauerpräparat von einem Pflanzenorgan</li> </ul>	<p>Die wissenschaftlichen Arbeiten von Hooke, Leeuwenhoek, Schwann, Schleiden, Virchow sowie Koch sind zu würdigen. [MD1]</p> <p>Vergleich mit Pilzzellen möglich Internetrecherche zu elektronenmikroskopischen Bildern verschiedener Zelltypen [MD1] [MD3]</p> <p>Geeignete Präparate: Mundschleimhautzelle, Hefezelle, Mooszelle, Ligusterbeerenzelle, Zellen vom Rotkohlblatt, Laubblatt, Sprossachse, Wurzel</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- S:** die Zelle als strukturelle und funktionelle Grundbaueinheit des Lebens beschreiben
- E:** das hierarchische Ordnungsprinzip von der Zelle zum Organismus erkennen
- K:** die Einordnung verschiedener Zellen in das System der Organismen beurteilen
- B:** die Erkenntnisse zum Systemcharakter der Zelle zu eigenen Alltagsvorstellungen in Beziehung setzen



Qualifikationphase



Zytologie II

Ausgewählte Zellbestandteile

ca. 9/15 Unterrichtsstunden

ca. 9/15 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Überblick zu verschiedenen Zellarten</p> <p>Biomembran</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Fluid-Mosaik-Modell von Singer und Nicolson</li> <li>• Funktionen</li> </ul> <p>Zelluläre Transportvorgänge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion</li> <li>• Osmose</li> <li>• passiver und aktiver Transport über Proteine: Merkmale und Ablauf</li> <li>• Endo- und Exocytose</li> </ul> <p>Zytoplasma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelle als osmotisches System: Begriffe: hyper-, hypo- und isoosmotisch</li> <li>• Druckverhältnisse in einer pflanzlichen Zelle (osmotischer Druck, Turgor, Wanddruck)</li> </ul> <p>SE: Experiment zur Plasmolyse</p>	<p>Bau und Funktionen der Zellbestandteile, Zelle als offenes System</p> <p>Der Prozess der Kompartimentierung als grundlegendes Prinzip räumlicher Abgrenzungen muss einbezogen werden. Modellkritik [MD6]</p> <p>intra- und extrazelluläre Wechselwirkungen bezüglich dieser Transportvorgänge</p> <p>Alltagsbezug: Regeln bei der Zubereitung eines Salates, Zuckern von Früchten, Salzen von Gurken und Radieschen [PG]</p> <p>Mikroskopische Beobachtung zellulärer Veränderungen</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs***Biomembran**

- historische Entwicklung von Membran-Modellen
- Aufbau: Glycoproteide, Glycolipide
- Zusammenspiel der Bestandteile

im Kontext der Immunbiologie

**Zelluläre Transportvorgänge**

- sekundär aktiver Carriertransport

Natrium-Kalium-Ionenpumpe als Beispiel  
 Mikroskopieren von Amyloplasten in der Kartoffel kombiniert mit dem Stärkenachweis  
 Mikroskopieren von Chromoplasten z. B. aus der Tomate, Apfelsine, Blüte

**Plastide**

- Vorkommen, Bau und Funktionen sowie deren Veränderbarkeit

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** Zusammenhang von Bau und Funktion von Membranen mithilfe von Modellen erklären
- E:** selektive Permeabilität an Biomembranen als Voraussetzung für den Ablauf von physiologischen Stoffwechselfvorgängen interpretieren
- K:** das Membranmodell von Singer und Nicholson unter Nutzung der Fachsprache diskutieren
- B:** Bedeutung und Wechselwirkungen intra- sowie extrazellulärer Transportvorgänge reflektieren

Stoffwechselphysiologie  
**Überblick und Enzymatik**

ca. 23/38 Unterrichtsstunden  
 ca. 8/12 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Einführung in den Energie- und Stoffwechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisierung der Grundbegriffe und Definitionen</li> <li>• Assimilation               <ul style="list-style-type: none"> <li>- autotrophe: Chemosynthese, Photosynthese</li> <li>- heterotrophe</li> </ul> </li> <li>• Dissimilation               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zellatmung</li> <li>- Gärung</li> </ul> </li> </ul> <p>Enzymatik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Aufbau, Eigenschaften und Arbeitsweise der Enzyme</li> </ul> <p>Enzymhemmungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetitive Hemmung: Merkmale, Aufhebung und Beispiele</li> <li>• nichtkompetitive Hemmungen: Merkmale, Aufhebung und Beispiele</li> </ul>	<p>Zelle als offenes System</p> <p>Verdauung als Voraussetzung</p> <p>Darstellung der Arbeitsweise in einem Fließschema: Enzym-Substrat-Komplex [Chemie]</p> <p>Beispiele: Temperatur, organische Lösungsmittel, Schwermetalle, E 605, <math>\alpha</math>-Amanitin        Auswirkungen auf eine Stoffwechselkette z. B. Glykolyse (Endprodukthemmung)</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

Einführung in den Energie- und Stoffwechsel

Enzymatik

- Vorkommen, Arbeitsweise
  - Enzym-Substrat-Komplex, induced fit, Umsetzung, Produkte und Enzym
- Aufbau: mit organischer/anorganischer Wirkgruppe

Beeinflussung der Enzymaktivität

- Wirkung von Temperatur: RGT-Regel, pH-Wert, Schwermetall-Ionen, Alkoholen, Salzen und veränderten Substratkonzentrationen [Chemie]

Enzymhemmungen

SE: Beeinflussung der Enzymaktivität

Bedeutung der Enzyme

- Bedeutung für den Organismus
  
- Bedeutung für die Industrie

Die Grundaussagen des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik sollen einbezogen werden. Die Zuordnung von Organismen zu ihren Stoff- und Energiewechselfvorgängen ist zu begründen. [Chemie] [Physik]

Riboenzyme als RNA-haltige Wirkstoffe

Die Wirkung von Nervengasen z. B.: Sarin, Soman, Tabun [MD4] [DRF] [PG] sowie die Wirkung von Antibiotika und Chemotherapeutika können diskutiert werden. [MD4] [PG]  
Experimente mit Katalase oder  $\alpha$ -Amylase [MD3]

die Phosphofruktokinase als „Schalter“ der Glykolyse  
Diagnoseverfahren z. B. Glukoseteststreifen, Stoffwechselerkrankungen, Verdauung  
Am Beispiel von Waschmitteln und der Herstellung von Bioethanol wird der Einsatz von Enzymen verdeutlicht. [PG]  
Der Einsatz von Enzymen ist unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit zu betrachten. [BNE]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** den Einfluss von Enzymhemmungen auf Energie- und Stoffflüsse bzw. Stoffkreisläufe analysieren
- E:** im Rahmen von Schülerexperimenten die Ergebnisse zur Hemmung der Katalase- oder Amylaseaktivität in Abhängigkeit von äußeren Faktoren protokollieren
- K:** die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse zur irreversiblen Enzymhemmung (z. B. Sarin, Tabun, Agent-Orange) diskutieren [DRF]
- B:** anhand von Modellexperimenten zu den Enzymeigenschaften den Wert biologischer Erkenntnisse reflektieren

## Assimilation

ca. 9/16 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Autotrophe Assimilation: Photosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgangsstoffe, Reaktionsprodukte</li> <li>• elektronenmikroskopischer Bau der Chloroplasten</li> <li>• Lichtabhängige Reaktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronentransport über Redoxketten</li> <li>- Photolyse des Wassers</li> <li>- ATP- und NADPH+H<sup>+</sup>- Bildung</li> </ul> </li> <li>• Lichtunabhängige Reaktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung des Calvin-Benson-Zyklus im „C-Körper-Schema“</li> <li>- Gesamtgleichung der Photosynthese</li> </ul> </li> <li>• Bedeutung der Photosynthese</li> <li>• Beeinflussung der Photosynthese durch abiotische Umweltfaktoren: Wirkung von Licht, Kohlenstoffdioxid, Wasser und Temperatur</li> </ul> <p>Heterotrophe Assimilation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdauung als Voraussetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spaltungen der Nährstoffe: Kohlenhydrate, Lipide und Proteine</li> <li>- Orte und beteiligte Enzyme</li> </ul> </li> </ul>	<p>Trennung von Blattfarbstoffen durch Chromatographie</p> <p>Der Zusammenhang zwischen beiden Teilreaktionen soll in einem Fließschema aus energetischer und stofflicher Sicht dargestellt werden.</p> <p>Graphische Darstellungen zu Einflüssen von Umweltfaktoren sind einzubeziehen.</p> <p>Aspekte einer gesunden Ernährung können diskutiert werden. [PG]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

## Chromatophorenpigmente

- Chlorophyll a und b
- Carotinoide: Carotine, Xanthophylle
- Absorptions- und Wirkungsspektren
- Engelmann Versuch

## Lichtabsorption

- physikalische Grundlagen: Licht, Lichtspektrum, Nutzbarkeit für Pflanzen
- chemische Grundlagen (Elektronendichte der Pigmente und damit verbundene Anregbarkeit)
- Möglichkeiten der Energieabgabe: photochemische Arbeit; Energietransfer
- Zusammenfassung des Wesens beider Reaktionen (Ausgangsstoffe, Reaktionsprodukte, Orte); Abhängigkeiten

- Weiterverarbeitung der Glukose als Primärprodukt; Transport von Assimilaten

- Photosynthespezialist: C4-Pflanzen [BNE]

## Heterotrophe Assimilation

- Vorkommen, Voraussetzungen, Bau des Verdauungskanal
- physikalisch-chemische Vorgänge im Verdauungskanal
- Resorption und Transport der Nährstoffbausteine über das Blut bzw. die Lymphe
- Aufbau körpereigener energiereicher Stoffe

Beobachtungen und Schlussfolgerungen bezüglich Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten können an historischen Experimenten abgeleitet werden Priestley. [Chemie]

akzessorische Pigmente: Lichtsammelkomplex

graphische Darstellungen auswerten

Fluoreszenz kann als Energieabgabemöglichkeit Erwähnung finden.

Wechselwirkungen zwischen den Pflanzenorganen in Bezug auf den Transport von Saccharose können behandelt werden.

Experimente zur Wirkung der  $\alpha$ -Amylase/Pepsin sind möglich.

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** die carboxylierende, reduzierende und regenerierende Phase des Calvin-Benson-Zyklus mit Blick auf die Grundprinzipien der Stoff- und Energieumwandlungen in biologischen Systemen beschreiben
- E:** lichtabhängige- und lichtunabhängige Reaktionen bezüglich Ort, Ausgangsstoffen, Reaktionsprodukten und Energiequellen gegenüberstellen
- K:** Anpassungen des Dünndarms an die Resorption der Nährstoffbausteine in Blut und Lymphe mithilfe schematischer Darstellungen referieren
- B:** Maßnahmen zur Beeinflussung der Photosynthese im Rahmen der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte wie Kartoffeln, Getreide und Zuckerrübe erörtern [MD1]

## Dissimilation

ca. 6/10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Zellatmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte</li> <li>• elektronenmikroskopischer Bau des Mitochondriums</li> <li>• wesentliche Vorgänge von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Citratzyklus und Atmungskette</li> <li>• Bruttogleichung</li> <li>• Wirkung von Umweltfaktoren auf die Zellatmung: Temperatur, Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidkonzentration</li> </ul> <p>Gärung [Chemie]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alkoholische Gärung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgangsstoffe</li> <li>- Reaktionsprodukte</li> <li>- Ort</li> <li>- energetische Ausbeute</li> </ul> </li> </ul>	<p>Beobachtungen und Schlussfolgerungen bezüglich Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten können an Experimenten abgeleitet werden. Darstellung der Zusammenhänge in einem Fließschema; Energie- und Stoffbilanz im Überblick</p> <p>Umsetzung in der Landwirtschaft [BNE]</p> <p>Besuch einer Brauerei [BNE] [BO]</p>
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Zellatmung</p> <p>Ort, Ziel und Ablauf von: Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Citratzyklus, Atmungskette</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wege der Brenztraubensäure</li> <li>• Bilanzen</li> <li>• Elektronentransportkette über Redoxsysteme</li> </ul> <p>Gärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Milchsäuregärung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ablauf</li> <li>- Vorkommen</li> <li>- Bedeutung</li> </ul> </li> </ul>	<p>Systematisierung der biologischen Oxidation Teilprozesse, Ausgangsstoffe, Reaktionsprodukte, Orte</p> <p>Citratzyklus am Schema erläutern</p> <p>Besuch einer Molkerei, Biogasanlage, Kläranlage [BO]</p> <p>z. B. Gäransatz bei unterschiedlichen Temperaturen</p> <p>Fäulnis und Verwesung</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** den Stoffwechsel von Hefezellen an herrschende Umwelteinflüsse als Anpasstheit erklären
- E:** wesentliche Abläufe von Zellatmung und Gärung systematisieren
- K:** Nutzung von Bioalkohol als alternative Energiequelle erläutern
- B:** Maßnahmen zur Beeinflussung der biologischen Oxidation im Rahmen der Lagerung landwirtschaftlicher Produkte beurteilen

Neurophysiologie  
 Grundlagen der Neurophysiologie

ca. 13/22 Unterrichtsstunden  
 ca. 5/7 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Grundbegriffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reiz und Reizbarkeit</li> <li>• Reiz-Reaktionskette</li>   <li>• Sinneszelle als Rezeptorzelle</li> <li>• Nervenzelle               <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektronenmikroskopischer Bau</li> <li>- markhaltige und marklose Neuronen</li> </ul> </li> </ul>	
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Reize</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten: chemisch, optisch, akustisch, thermisch, mechanisch</li> </ul> <p>Primäre und sekundäre Sinneszelle</p> <p>Nervenzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myelinisierung</li> </ul> <p>Decodierung von Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanalspezifität</li> <li>• Frequenzmodulation</li> </ul>	
<p>Hinweis auf gesunde Ernährung während der Schwangerschaft und deren Auswirkung auf die Myelinisierung der Nervenzellen des Embryos          Beeinflussung postnataler Entwicklungen der Neuronen im Säuglings- und Kindesalter [MD4]</p> <p>Höherentwicklung der Nervenfasern von Wirbeltieren und damit verbundene bessere Reaktionsfähigkeit und Umweltunabhängigkeit          Regeneration der Nervenzelle nach Verletzung</p>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion bei markhaltigen und marklosen Neuronen beschreiben
- E:** adäquate und inadäquate Reize einander gegenüberstellen
- K:** Gründe für eine eiweißhaltige Ernährung im Zusammenhang mit der Ausbildung einer Myelinschicht referieren
- B:** Chancen sowie Tragweite einer Heilung neuronaler Verletzungen reflektieren

**Vorgänge an der Nervenzellmembran und der Synapse,  
Zentrales Nervensystem (ZNS), Hormonsystem**

ca. 8/15 Unterrichtsstunden

30

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Vorgänge an der Nervenzellmembran</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwellenwert</li> <li>• Alles-oder-Nichts-Reaktion</li> <li>• Entstehung des Ruhepotenzials</li> <li>• Entstehung des Aktionspotenzials</li> </ul> <p>Weiterleitung des Aktionspotenzials</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung</li> </ul> <p>Bau der Synapse</p> <p>Erregungsübertragung</p> <p>Synapsengifte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung und Folgen</li> <li>• Drogenmissbrauch</li> </ul>	<p>Möglichkeit der Messung von Membranpotenzialen, z. B. durch Oszillographen [MD3]</p> <p>graphische Darstellungen entwickeln und auswerten</p> <p>Anhand verschiedener Synapsengifte werden Konsequenzen für den Organismus abgeleitet. Beispiele: Curare, Kampfgase, E605, Atropin, Muskarin, Botox</p> <p>Diskussionen zu den Themen: Einsatz von Neurotransmittern in der Medizin, Verwendung von Botox in der Schönheitsindustrie [DRF]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

## Weiterleitung des Aktionspotenzials

- Abhängigkeiten der Geschwindigkeit der Erregungsleitung von baulichen Merkmalen
- Vergleich der Erregungsleitungen

## Bau und Funktion der Synapse

- Frequenzcode an der Nervenfasern, Amplitudencode am Soma
- Erregende und hemmende Synapsen
- Verrechnung von postsynaptischen Potenzialen als Informationsverarbeitung

## Zentrales Nervensystem

- neurodegenerative Erkrankungen

## Hormonsystem

- Überblick über hormonproduzierende Drüsen
- Hormonwirkung
- Verschränkung neuronaler und hormoneller Steuerung

## Modell der Erregungsleitung

Kompromiss der Evolution

neurophysiologische Verfahren: EEG und EMG können thematisiert werden

Bezug zum aktuellen Forschungsstand: Lernen auf zellulärer Ebene

räumliche und zeitliche Summation sowie deren Auswirkungen auf das Nervensystem  
Krankheiten: Multiple Sklerose, Parkinson, Alzheimer [PG] [BTV]

Hormone als chemische Signalstoffe

allgemeine Wirkung (z. B. Langzeitwirkung, nicht art- aber wirkspezifisch)

Ausschüttung von Hormonen durch neuronale Einwirkung: z. B. Ausschüttung von Oxytocin bei stillenden Müttern oder Adrenalin als Reaktion auf die Wahrnehmung einer Gefahrensituation

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** das Aktionspotenzial als grundlegenden Prozess der Informationsleitung beschreiben
- E:** das Zusammenwirken des Hormon- und Nervensystems erläutern
- K:** den Abstand der Schnürringe im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit der Erregungsleitung als evolutionären Kompromiss diskutieren
- B:** die Auswirkungen des dauerhaften Gebrauchs von Drogen erörtern und beurteilen [MD4]

## Ökologie

ca. 45/75 Unterrichtsstunden

## Faktoren der unbelebten Umwelt

ca. 15/23 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Grundbegriffe der Ökologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen grundlegender Begriffe</li> <li>• Betrachtungsebenen der Ökologie</li> </ul> <p>Beziehungen zwischen Organismen und Umweltfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toleranzbereich</li> <li>• Ökologische Potenz</li> </ul> <p>abiotische Umweltfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltfaktor Temperatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>- homoiotherme und poikilotherme</li> <li>- klimageographische Regeln</li> </ul> </li> <li>• Umweltfaktor Licht: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss auf Pflanzen</li> <li>- Anpassungen: Sonnen- und Schattenblätter</li> </ul> </li> <li>• Umweltfaktor Wasser: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung für Tiere: Osmoregulation</li> <li>- ökologische Pflanzentypen: Xerophyten und Hygrophyten</li> </ul> </li> </ul> <p>Gesetz vom Minimum [BNE]</p>	<p>Aut-, Populations- und Synökologie</p> <p>Auswertung von Diagrammen zur Wirkung von Umweltfaktoren auf euryöke und stenöke Organismen</p> <p>Bezugnahme zu stenöken Organismen als Bioindikatoren</p> <p>Überwinterung: Winterruhe, -schlaf, -starre Die Regeln von Allen und Bergmann sind zu erarbeiten. [MD1]</p> <p>Einfluss von Belichtungsdauer und Lichtintensität auf die Photosyntheserate</p>

<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
Beziehungen zwischen Organismen und Umweltfaktoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiologische Potenz</li> </ul>	
abiotische Umweltfaktoren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltfaktor Licht:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonnen- und Schattenblätter: graphische Darstellung der Photosyntheseleistung, Lichtkompensationspunkt und Lichtsättigung</li> </ul> </li> <li>• Umweltfaktor Wasser:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung für Tiere</li> <li>- Zusammenhänge zwischen Wasseraufnahme, -leitung, und -abgabe</li> </ul> </li> </ul>	die Auswirkung des Lichtes auf die Tiere kann erläutert werden Langtag- und Kurztagpflanzen sowie Phototropismus können mit einbezogen werden
Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren	Anpassungen von Trockenluft- und Feuchtlufttieren können erläutert werden  kutikuläre und stomatäre Transpiration sind fakultativ Halophyten als Vertreter eines Extremstandortes Entdeckung der Mineraldüngung durch Justus von Liebig Anwendungsbereiche in der Landwirtschaft sollen diskutiert werden [BNE]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion bei Blättern ausgewählter Vertreter ökologischer Pflanzentypen als Anpasstheit an den Lebensraum erklären
- E:** Hypothesen zum Vorkommen ausgewählter Pflanzen anhand der Blattanatomie aufstellen
- K:** die Ergebnisse einer ökologischen Exkursion protokollieren und sachgerecht darstellen [MD3]
- B:** Strategien der Anpassung an den Umweltfaktor Wasser bei Tieren mit Blick auf die Bionik reflektieren [MD1]

## Faktoren der belebten Umwelt

ca. 9/11 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Intraspezifische Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz um Licht, Wasser, Nährsalze, Raum und Sexualpartner</li> </ul> <p>Interspezifische Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konkurrenzausschluss</li> <li>- Konkurrenzvermeidung</li> <li>- ökologische Nische</li> </ul> </li> <li>• Parasitismus bei Pflanzen und Tieren</li> <li>• Symbiosen bei Pflanzen und Tieren</li> <li>• Neobiota <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neozoen</li> <li>- Neophyten</li> </ul> </li> </ul>	<p>Berücksichtigung von Monokulturen in Forst- und Landwirtschaft [BO]</p> <p>Formen von Parasitismus und Symbiosen sind zu unterscheiden.</p> <p>ökologische Bedeutung von Mykorrhiza und Flechten</p> <p>Rhizobien und deren landwirtschaftliche Anwendungsfelder [BO]</p> <p>Veränderung der Biodiversität in Ökosystemen durch z. B.: Japanischer Knöterich, Wollhandkrabbe, Waschbär, Nandu [BNE] [MD1]</p>
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Interspezifische Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Konkurrenz</li> </ul>	<p>Hemm- und Giftstoffe zur Abwehr von Fressfeinden und Konkurrenten: z. B. Allelopathie (Walnussbaum), Alkaloide (Weißer Germer), Mimese, Mimikry</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** die Auswirkung der Einwanderung von Neobiota auf einheimische Ökosysteme beschreiben [BNE]
- E:** die Bedeutung von Symbiose und Parasitismus für die betroffenen Organismen erläutern
- K:** für den Einsatz von Leguminosen als Stickstofffixierer in der Landwirtschaft argumentieren [BNE]
- B:** staatliche Kontrollmaßnahmen zur Prävention eines parasitären Befalls von Nutz- und Wildtieren erörtern und bewerten [MD2]

## Populationsökologie

ca. 4/8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Wachstum von Populationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Räuber-Beute-Beziehung               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. und 2. Lotka-Volterra-Regeln</li> </ul> </li> </ul>	Auswertung von Diagrammen [MD3]
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
Wachstum von Populationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>• Vermehrungsstrategien: r- und K-Strategen</li> <li>• Regulation der Populationsdichte durch dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren</li> <li>• 3. Lotka-Volterra-Regel</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	Äquivalenz der ökologischen Planstelle: z. B. Kamelläuse, Nektarvogel und Kolibri

35

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** Modellvorstellungen eines Populationswachstums beschreiben
- E:** aus einem Schema die Auswirkungen von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren auf das Populationswachstum ableiten
- K:** Auswirkungen des Einsatzes von Schädlingsbekämpfungsmitteln unter Bezug auf die 3. Lotka-Volterra-Regel mediengestützt präsentieren [MD3] [BNE]
- B:** den Menschen begründet einer Vermehrungsstrategie zuordnen

## Systemökologie

ca. 10/18 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Merkmale von Ökosystemen</p> <p>Ökosystem Wald</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturelle Gliederung von Biotop und Biozönose</li> <li>• funktionelle Gliederung der Biozönose</li> <li>• trophische Beziehungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trophieebenen</li> <li>- Nahrungsketten</li> <li>- Nahrungsnetze</li> <li>- Nahrungspyramide</li> </ul> </li> <li>• Stoff- und Energiestrom <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> </li> <li>• Waldarten: Monokultur und Mischwald</li> <li>• Stabilität und Dynamik von Ökosystemen [BNE]</li> <li>• Erfassen ökologischer Faktoren und qualitatives Erfassen von Arten in einem selbst gewählten Areal</li> </ul>	<p>Grenzen und Möglichkeiten der unterschiedlichen Darstellungsformen</p> <p>ein Exkursionstag zur Ermittlung biotischer und abiotischer Umweltfaktoren ist empfohlen; Bestimmung von Pflanzen durch digitale Medien möglich [MD]</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Ökosystem Wald</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quantitatives Erfassen von Arten in einem Areal</li> <li>• Stoff- und Energiestrom <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stickstoffkreislauf</li> </ul> </li> <li>• primäre und sekundäre Sukzession, Veränderungen der Biodiversität</li> </ul>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- B:** Systemkreisläufe aus stofflicher und energetischer Sicht analysieren
- E:** Monokultur und Mischwald bezüglich ihrer ökologischen Wertigkeit vergleichen
- K:** über anthropogen beeinflusste Ökosysteme im Hinblick auf die Biodiversität und Stabilität debattieren
- B:** die Bedeutung von Wechselwirkungen in Ökosystemen anhand von Messdaten und wissenschaftlicher Literatur beurteilen [MD3]

**Gefährdungen von Ökosystemen [BNE] [MD1]**

**ca. 7/15 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Belastungen durch chemische und biotische Faktoren</p> <p>Schädlingsbekämpfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemisch</li> <li>• biologisch</li> <li>• integrierter Pflanzenschutz</li> </ul> <p>Der Mensch in seiner Umwelt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treibhauseffekt</li> <li>• Natur- und Umweltschutz                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rückgang der Biodiversität</li> <li>- Bedeutung des Naturschutzes</li> <li>- Arten- und Biotopschutz</li> </ul> </li> </ul>	<p>Industrieabgase, Ozon, Schwermetalle, Borkenkäfer</p> <p>Diskussionen zum Einsatz von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestiziden: Lindan, DDT, Glyphosat</li> <li>• natürlichen Feinden: Schlupfwespen</li> <li>• selektiv wirkenden Pflanzenschutzmitteln</li> </ul> <p>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen nachhaltiger Schutz von Lebensräumen Kosten-Nutzen-Analysen menschlicher Einflüsse</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Belastungen durch chemische und biotische Faktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saurer Regen</li> <li>• Schädlingsbekämpfung</li> <li>• hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul> <p>Der Mensch in seiner Umwelt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukunftsperspektiven: nachhaltige Entwicklungskonzepte</li> <li>• ökologischer Fußabdruck [BNE]</li> </ul>	<p>Eutrophierung als Folge von Nährstoffeintrag</p> <p>Anforderungen an ein modernes Pflanzenschutzmittel Abbauprodukte aus der Kunststoffindustrie, Mikroplastik in der Nahrungskette [Chemie] mögliche Diskussionen zu diesen Inhalten</p> <p>kritische Auseinandersetzung mit den Ressourcen Wasser, Bodenschätze, Luft und Energie unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bewusstes Konsumverhalten als Verbraucher</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** die Folgen von saurem Regen für die Landwirtschaft beschreiben
- E:** die Auswahl von zertifizierten Konsumgütern aus Sicht eines Verbrauchers begründen
- K:** für und gegen die Nutzung natürlicher Ressourcen aus der Sicht der Nachhaltigkeit argumentieren  
den Einsatz von biologischen und chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln diskutieren
- B:** mögliche Methoden des integrierten Pflanzenschutzes erörtern und beurteilen

Genetik  
Molekulare Grundlagen

ca. 30/50 Unterrichtsstunden  
ca. 14/22 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Chromosomen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktion der Chromosomen</li> <li>• Chromosomensätze</li> <li>• geschlechtsspezifische Verteilung der Chromosomen</li> <li>• Karyogramm des Menschen</li> </ul> <p>Nucleinsäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• molekularer Feinbau der DNA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modell von Watson und Crick</li> </ul> </li> <li>• Arten der RNA: Bau, Unterschiede und Funktionen</li> </ul> <p>Der genetische Code</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschlüsselung der genetischen Information – Herleitung Tripletcode</li> <li>• Merkmale des genetischen Codes</li> </ul> <p>Proteinbiosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkription und Translation: Ablauf und Bedeutung</li> <li>• Genregulation bei Eukaryoten <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transkriptionsfaktoren</li> </ul> </li> </ul> <p>Zellzyklus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen, Merkmale, Vorliegen der Chromosomen in Anzahl und Form</li> </ul> <p>Identische Replikation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• semikonservative Replikation: Ablauf und Bedeutung</li> </ul> <p>Mitose und Meiose</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose: Ablauf und Bedeutung</li> <li>• Meiose: Spermatogenese, Bedeutung; inter- und intrachromosomale Rekombination</li> <li>• Vergleich</li> </ul>	<p>Bau und Funktion des Zellkerns sind grundlegend zu behandeln.</p> <p>Arbeit mit der Codesonne bzw. Codetabelle</p> <p>Zusammenhang zwischen genetischer Information und Merkmalsausbildung Modifikation des Epigenoms durch Methylierung</p> <p>Anwendung der Mitose in der Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau [BNE] [BO]</p>

<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA</li> </ul>	Extraktion aus Pflanzen: z. B. Erdbeere, Banane, Tomate [MD3]
<b>Proteinbiosynthese</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkription bei Eukaryoten: posttranskriptionelles processing, Spleißen</li> <li>• Translation</li> </ul>	Vergleich der Transkription bei Pro- und Eucyten Modifikation des Epigenoms mittels Histonmodifikation, RNA-Interferenz Wirkung von Antibiotika auf die Proteinbiosynthese soll thematisiert werden.
<b>Identische Replikation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konservativ und semikonservativ</li> </ul>	
<b>Mitose</b>	Die Mitosestadien können mikroskopiert werden.
<b>Krebs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung von Krebs</li> <li>• Onkogene und Anti-Onkogene</li> </ul>	Therapieansätze und personalisierte Medizin
<b>Meiose</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede von Oogenese und Spermatogenese</li> </ul>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** die Bedeutung von Mitose und Meiose für die verschiedenen Ebenen lebender Systeme begründen
- E:** Karyogramme analysieren und vergleichen
- K:** Ergebnisse der Forschung über die Beeinflussung der Proteinbiosynthese durch Medikamente referieren [MD3]
- B:** die Bedeutung genetischer Erkenntnisse für die Entwicklung von Medikamenten reflektieren

## Vererbungslehre

ca. 9/16 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Mendelsche Regeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dominant-rezessive Erbgänge</li> <li>• 1., 2. und 3. Mendelsche Regel</li> </ul> <p>Modifikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition, Reaktionsnorm</li> </ul> <p>Mutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition</li> <li>• Mutagene <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswirkungen auf die Körperzellen und die Keimbahn</li> </ul> </li> <li>• Mutationsarten <ul style="list-style-type: none"> <li>- Genmutation: Punktmutation und Leserastermutation</li> </ul> </li> <li>• Bedeutung</li> <li>• Vergleich von Mutation und Modifikation</li> </ul> <p>genetisch bedingte Krankheiten des Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krankheitsbild, Vererbung und Entstehung: Phenylketonurie, Bluterkrankheit [BTV]</li> </ul> <p>Pränatale Diagnostik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren: Fruchtwasserpunktion</li> <li>• Risiken und ethische Bedenken</li> </ul> <p>Stammbäume</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung und Auswertung</li> </ul>	<p>Zusätzlich können intermediäre Erbgänge betrachtet werden.</p> <p>Zeichnen und Auswerten von Variationskurven, z. B. von Kartoffel oder Bohne</p> <p>Hinweis auf Strahlenschutz in Berufs- und Alltagsleben [BO]</p> <p>Beispiele wie Glasknochen-Krankheit, Marfan-Syndrom, Sichelzellenanämie und Albinismus können der Genmutation zugeordnet werden. [MD1]</p> <p>Weitere Möglichkeiten der Diagnostik, z. B. Präimplantationsdiagnostik und genetische Familienberatung können einbezogen werden. Diskussionen zu Themen wie Designerbabys, Schwangerschaftsabbruch und Leihmutter-schaft sind möglich. [MD2]</p>

<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Mendelsche Regeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückkreuzung</li> </ul>	<p>Anwendung der Mendelschen Regeln beim Menschen: z. B. Vererbung der Blutgruppen, des Rhesus-Faktors sowie des Geschlechts</p>
<p>Modifikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fließend und umschlagend</li> </ul>	<p>Optimierung von Umweltfaktoren bezüglich der Ertragssteigerung in der Landwirtschaft [BO]</p>
<p>Mutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutationsarten – Merkmale von: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromosomenmutationen: Deletion, Inversion, Duplikation, Translokation</li> <li>- Genommutation: Euploidie, Haploidie, Polyploidie, Aneuploidie: Mono- und Polysomie</li> </ul> </li> </ul>	<p>Katzenschreisyndrom zuordnen</p> <p>Trisomie 21 und Turnersyndrom [BTV] Bedeutung in der Landwirtschaft</p>
<p>Stammbäume</p>	<p>Diskussion zum Thema Verwandtenehen</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** Mendelsche Regeln anhand verschiedener Beispiele erklären
- E:** Stammbäume bezüglich des Auftretens von Erbkrankheiten analysieren
- K:** für Akzeptanz und Toleranz von Menschen mit genetischen Defekten in der Gesellschaft argumentieren
- B:** Tragweite, Grenzen und Relevanz genetischer Erkenntnisse zur Gesundheit des Menschen beurteilen [BTV]

**Gentechnik**

ca. 7/12 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Übersicht über einzelne Schritte gentechnischer Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeuge: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restriktionsenzyme</li> <li>- Ligasen</li> <li>- Polymerasen</li> </ul> </li> <li>• Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restriktionsenzyme</li> <li>- Plasmide</li> </ul> </li> <li>• Ablauf: schematische Darstellung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewinnung des Hybridplasmids</li> <li>- Transformation</li> <li>- Selektion</li> <li>- Vermehrung</li> <li>- Isolation</li> </ul> </li> <li>• Transformation <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten des Gentransfers</li> </ul> </li> </ul> <p>Anwendungen in der Medizin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Medikamenten</li> </ul> <p>Anwendung in der Landwirtschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gen-Pharming bei Pflanzen und Tieren</li> </ul>	<p>Diskussionen zur Nutzung und Verarbeitung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) z. B. anhand von BT-Mais oder Golden-Rice [MD1]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs***Ablauf**

- Transformation von Genen
  - mechanisch
  - biologisch
- Selektion mithilfe von Antibiotika (Tetracyclin/Ampicillin)
- Vermehrung gentechnisch veränderter Organismen

**Anwendung der Gentechnik in der Medizin und Landwirtschaft**

- Polymerase-Kettenreaktion (PCR)
- Gelelektrophorese
- Crispr-Cas: Grundprinzip, Chancen und Risiken

**Potenziale der Arbeitsfelder der Gentechnik**

Diskussion: Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen

Liposom, Partikelpistole, Mikroinjektion, Elektroporation  
Agrobakterien und Viren

Diskussion zur Wahl geeigneter Haltungsbedingungen von GVO [MD2]

Genetischer Fingerabdruck

Entwickeln eines Schemas zur Herstellung einer transgenen Pflanze[BO]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** den Erhalt der Biodiversität als Ziel menschlichen Handelns begründen [BNE]
- E:** die Erzeugung eines gentechnisch veränderten Mikroorganismus mithilfe von geeigneten Programmen simulieren
- K:** zum Thema Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen recherchieren und Ergebnisse präsentieren [MD1] [MD3]
- B:** die Bedeutung gentechnischer Erkenntnisse sowie die damit einhergehende Verantwortung für kommende Generationen erörtern und beurteilen [BNE]

Evolution  
Entstehung von Leben

ca. 30/50 Unterrichtsstunden  
ca. 7/10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Vorstellungen der Erdentstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entstehung der Erde, der Uratmosphäre, der Urozeane</li> </ul> <p>Theorien zur Entstehung des Lebens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entstehung des Lebens auf Grundlage physikalischer, chemischer und biologischer Grundlagen</li> <li>Urey-Miller-Experiment</li> </ul> <p>Entstehung von Urzellen und Mikroorganismen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Endosymbiontentheorie</li> <li>Entstehung von Pro- und Eucyten</li> </ul> <p>Entwicklung: Einzeller – Vielzeller – Zellkolonie</p>	<p>Einblicke in die Auffassungen zur Entstehung des Lebens aus Sicht verschiedener Religionsgemeinschaften [Religion] [MD1]</p> <p>Die Höherentwicklung der Organismen ist durch Arbeitsteilung, Energieeinsparung und relative Umweltunabhängigkeit gekennzeichnet.</p>
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
Entstehung von Urzellen und Mikroorganismen	Archaebakterien als separater Evolutionsweg
Entwicklung: Einzeller – Vielzeller – Zellkolonie	Verlust der Unsterblichkeit

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S: die Endosymbiontentheorie zur Herkunft der Mitochondrien und Chloroplasten erklären
- E: den Aufbau von Pro- und Eucyte miteinander vergleichen
- K: die Entwicklung von Einzellern zu Vielzellern erläutern
- B: die Rolle des Menschen im Rahmen der Entwicklung von Leben kritisch reflektieren [MD2]

## Evolutionfaktoren und Ergebnisse der Evolution

ca. 15/25 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Biodiversität</p> <p>Artbegriff</p> <p>Evolutionfaktoren und deren Zusammenwirken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutation, Rekombination, Selektion, Isolation, Verwandtschaft</li> <li>• adaptive Radiation am Beispiel der Darwinfinken</li> </ul> <p>Evolutionstheorien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über historische Auffassungen: Aristoteles, Linné, Cuvier, Lamarck, Darwin und Wallace, Haeckel</li> <li>• Lamarckismus</li> <li>• Darwinismus</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie</li> </ul> <p>Ergebnisse der Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• homologe Organe</li> <li>• analoge Organe</li> </ul> <p>Übergangsformen</p>	<p>Nachtigall-Sprosser, Fitis-Zilpzalp, Esel-Pferd Chimärenbildung: Löger, Schiege, Maultier</p> <p>z. B. Birkenspanner (Industriemelanismus)</p> <p>Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen [MD1]</p> <p>evolutionäre Bedeutung der biogenetischen Grundregel</p> <p>adaptiver Wert von Verhalten in Bezug auf reproduktive Fitness (z. B. Kuckuck, Löwen)</p> <p>molekularbiologische Homologien Homologiekriterien</p> <p>Archaeopteryx, Schnabeltier</p>

<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Selektion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen: transformierend, disruptiv, stabilisierend</li> </ul>	Auslesezüchtung, Sexualdimorphismus
<p>Isolation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen: geographische, ökologische, fortpflanzungsbiologische</li> </ul>	Zwillingsarten: Garten- und Waldbaumläufer, Kontrastbetonung; Grün- und Grauspecht
<p>Evolutionstheorien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darwinismus</li> </ul>	<p>Missbrauch des Darwinismus in der Geschichte (Kolonialismus, Nationalsozialismus) [Geschichte], Vergleich der Theorien von Darwin und Lamarck [MD1] kritische Auseinandersetzung mit den Grundgedanken des Kreationismus [DRF]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie</li> </ul>	
<p>Ergebnisse und Belege der Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höherentwicklung</li> </ul>	<p>Spezialisierung: Anpassung von Organismen an Lebensräume Rückbildungen: Regression Atavismen Progressionsreihen können z. B. an Grünalgen oder Wirbeltieren (Blutkreisläufe, Atmungsorgane) dargestellt werden Kenntnisse zur Bedeutung von Fossilien sollen vermittelt werden. Ausgewählte Formen können thematisiert werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossilien</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergangsformen</li> </ul>	
	<p>Ichtyostega, Quastenflosser</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** am Beispiel der Darwinfinken die adaptive Radiation als stammesgeschichtlichen Entwicklungsprozess erläutern
- E:** verschiedene Evolutionstheorien hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Aussagen vergleichen
- K:** Informationen zur Entstehung des Lebens sach- und fachbezogen erschließen [MD1]
- B:** den Darwinismus im Kontext des Nationalsozialismus erkennen und beurteilen

**Anthropogenese****ca. 8/15 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Entwicklung des Menschen aus den tierischen Vorfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbaum des Menschen</li> </ul> <p>Vergleich Mensch-Menschenaffe unter morphologischen, anatomischen, ethologischen und molekularbiologischen Gesichtspunkten</p> <p>Soziokulturelle Evolution des Menschen</p>	<p>Beginn bei den Hominiden</p> <p>ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p> <p>Die Entwicklung von Tradition ist mit einzubeziehen. adaptiver Wert von Verhalten in Bezug auf Kosten-Nutzen-Analysen (Stillen, Aufzucht der Jungen)</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Ursprung des modernen Menschen</p> <p>Aufrechter Gang</p> <p>„Out-of-Africa“-Theory</p> <p>Hirnvolumina</p> <p>Evolution der Intelligenz</p> <p>Sprachentwicklung und Kommunikation</p> <p>Sozialverhalten bei Primaten in Abgrenzung zum Menschen</p> <p>Vielfalt von Menschengruppen [BTV] [DRF]</p>	<p>Wanderungsbewegungen der Menschen [MD1] Belege durch Fossilfunde des Menschen</p> <p>vorausschauendes, planendes Handeln</p> <p>Rangordnung, Brutpflege, Fortpflanzungsverhalten, reproduktive Fitness, Aggressionsverhalten, Familienverband, Arbeitsteilung</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen*

- S:** wichtige Schritte der kulturellen Evolution des Menschen analysieren [MD1]
- E:** Zusammenhänge zwischen der Zunahme von Gehirnvolumina und der Entwicklung der Intelligenz ableiten
- K:** Hypothesen zum Ursprung des modernen Menschen multiperspektivisch diskutieren
- B:** naturwissenschaftliche und ethische Aussagen zur Anthropogenese unterscheiden und erörtern [MD2]

## 4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

### 4.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Leistungsbewertung erfolgt auf der Grundlage der folgenden Rechtsvorschriften in den jeweils geltenden Fassungen:

- [Oberstufen- und Abiturprüfungsverordnung \(Abiturprüfungsverordnung – APVO M-V\)](#) vom 19. Februar 2019
- [Förderung von Schülerinnen und Schülern mit besonderen Schwierigkeiten im Lesen, im Rechtschreiben oder im Rechnen](#) (Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur) vom 20. Mai 2014

### 4.2 Allgemeine Grundsätze

Leistungsbewertung umfasst mündliche, schriftliche und gegebenenfalls praktische Formen der Leistungsermittlung. Den Schülerinnen und Schülern muss im Fachunterricht die Gelegenheit dazu gegeben werden, Kompetenzen, die sie erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen zu üben und unter Beweis zu stellen. Die Lehrkräfte begleiten den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler, indem sie ein positives und konstruktives Feedback zu den erreichten Lernständen geben und im Dialog und unter Zuhilfenahme der Selbstbewertung der Schülerin beziehungsweise dem Schüler Wege für das weitere Lernen aufzeigen.

Es sind grundsätzlich alle Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Das Beurteilen einer Leistung erfolgt in Bezug auf verständlich formulierte und der Schülerin beziehungsweise dem Schüler bekannte Kriterien, nach denen die Bewertung vorgenommen wird. Die Kriterien zur Leistungsbewertung ergeben sich aus dem Zusammenspiel der im Rahmenplan formulierten Kompetenzen und ausgewiesenen Inhalte.

#### **Anforderungsbereiche und allgemeine Vorgaben für Klausuren**

Ausgehend von den verbindlichen Themen, zu denen erworbene Kompetenzen nachzuweisen sind, wird im Folgenden insbesondere benannt, nach welchen Kriterien die Klausuren zu gestalten und die erbrachten Leistungen zu bewerten sind. Die Klausuren sind so zu gestalten, dass sie Leistungen in den drei Anforderungsbereichen erfordern.

Obwohl sich weder die Anforderungsbereiche scharf gegeneinander abgrenzen noch die zur Lösung einer Aufgabe erforderlichen Teilleistungen in jedem Einzelfall eindeutig einem bestimmten Anforderungsbereich zuordnen lassen, kann die Berücksichtigung der Anforderungsbereiche wesentlich dazu beitragen, ein ausgewogenes Verhältnis der Anforderungen zu erreichen, die Durchschaubarkeit und Vergleichbarkeit der Aufgaben zu erhöhen sowie die Bewertung der Leistungen transparent zu machen.

Die Zuordnung zu den Anforderungsbereichen hängt davon ab, ob die jeweils aufgeworfene Problematik eine selbstständige Auswahl unter Bearbeitungsansätzen in einem durch Übung bekannten Zusammenhang erfordert oder ob kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen erwartet wird. Sie ist abhängig vom vorangegangenen Unterricht bzw. von im Lehrplan verbindlich vorgeschriebenen Zielen und Inhalten sowie von der Leistungsfähigkeit zugelassener Hilfsmittel.

#### **Anforderungsbereich I umfasst**

- das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang,
- die Verständnissicherung sowie
- das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

**Anforderungsbereich II** umfasst

- das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und
- das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

**Anforderungsbereich III** umfasst

- das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die mündlichen und schriftlichen Leistungsanforderungen sind im Verlauf der Oberstufe schrittweise den Anforderungen in der Abiturprüfung anzupassen.

Die Stufung der Anforderungsbereiche dient der Orientierung auf eine in den Ansprüchen ausgewogene Aufgabenstellung und ermöglicht so, unterschiedliche Leistungsanforderungen in den einzelnen Teilen einer Aufgabe nach dem Grad des selbstständigen Umgangs mit Gelerntem einzuordnen.

Der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen. Auf Grundkursniveau sind die Anforderungsbereiche I und II, auf Leistungskursniveau die Anforderungsbereiche II und III stärker zu akzentuieren.

Unterschiedliche Anforderungen in den Klausuraufgaben auf Grundkurs- und Leistungskursniveau ergeben sich vor allem hinsichtlich der Komplexität des Gegenstandes, des Grades der Differenzierung und der Abstraktion, der Beherrschung der Fachsprache und der Methoden sowie der Selbstständigkeit bei der Lösung der Aufgaben.

Die in den Arbeitsaufträgen verwendeten Operatoren müssen in einen Bezug zu den Anforderungsbereichen gestellt werden, wobei die Zuordnung vom Kontext der Aufgabenstellung und ihrer unterrichtlichen Einordnung abhängig und damit eine eindeutige Zuordnung zu nur einem Anforderungsbereich nicht immer möglich ist.

Eine Bewertung mit „gut“ (11 Punkte) setzt voraus, dass annähernd vier Fünftel der Gesamtleistung erbracht worden sind, wobei Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen erbracht worden sein müssen. Eine Bewertung mit „ausreichend“ (05 Punkte) setzt voraus, dass über den Anforderungsbereich I hinaus auch Leistungen in einem weiteren Anforderungsbereich und annähernd die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind.

### 4.3 Fachspezifische Grundsätze

#### Leistungsbewertung

Bei der Leistungsbewertung sind alle Kompetenzbereiche angemessen zu berücksichtigen und neben schriftlichen und mündlichen Leistungsfeststellungen auch praktische Formen der Leistungsermittlung zu etablieren. Insbesondere soll auch das Experimentieren Bestandteil mündlicher, schriftlicher und praktischer Leistungsfeststellungen sein.

#### Mikroskopische Zeichnungen

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Festlegungen dienen der Vereinheitlichung der Anfertigung mikroskopischer Zeichnungen und deren Bewertung.

- Zeichnungen werden ausschließlich auf einem weißen DIN-A4-Blatt angefertigt.
- Beschriftungen und Zeichnungen erfolgen grundsätzlich nur mit Bleistift.
- Auf eine einheitliche Schriftgröße in Druckbuchstaben, auf dem gesamten Blatt, ist zu achten.
- Bei der Zeichnung von Einzelzellen aus einem Gewebeverband sind die angrenzenden Zellen anzudeuten.
- Innerhalb eines Gewebes reichen drei bis vier Zellen im Gewebeverband aus.
- Bei der Zeichnung von Organen reicht ein Teilausschnitt.
- Für die mikroskopische Darstellung soll mindestens ein Drittel des Blattes genutzt werden.
- Die geschlossene Linienführung muss beachtet werden (keine Einzelstriche und offene Zellstrukturen).
- Die mikroskopische Zeichnung orientiert sich auf der linken, die Beschriftung auf der rechten Seite.
- Parallele, waagerechte Beschriftungslinien enden rechtsbündig, sollen proportional auf die mikroskopische Zeichnung verteilt werden.
- Zellbestandteile werden nicht ausgemalt oder schraffiert dargestellt.
- Die Legende beinhaltet Angaben zum Namen des Präparats, der Vergrößerung, der Färbung (falls vorhanden), Datum und Name des Zeichners und befindet sich im unteren Blattbereich.

Konkretisierungen zur detaillierteren Ausgestaltung auf Grundlage dieser Vorgaben sowie einheitliche Bewertungskriterien sollen im Rahmen der Fachkonferenz erfolgen. In die Bewertungskriterien müssen die Fachlichkeit, die Sauberkeit sowie die Einhaltung der genannten Festlegungen einfließen.