

## **Das mathematisch-naturwissenschaftliche Aufgabenfeld**

Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundkenntnisse sind für das Verständnis und für eine zukunftsverträgliche Gestaltung unserer Lebenswelt von entscheidender Bedeutung. Dies gilt um so mehr in einer Gesellschaft, in der zukunftsorientierte Technologien eine rasante Entwicklung nehmen und von den Menschen unter ökologischen, ökonomischen, ethischen und moralischen Gesichtspunkten beurteilt werden müssen. Ein in diesem Sinne verantwortungsbewusster Umgang mit unserer Lebenswelt kann nur in einer Zusammenarbeit aller Gesellschaftsmitglieder erzielt werden, die auf einer kritischen Auseinandersetzung mit eigenen Handlungsweisen, untereinander und mit den Sachthemen basiert. Weitere Voraussetzungen dafür sind ein uneigennütziges Interesse am Fortbestand naturerhaltender, biologischer Gleichgewichte, eine respektvolle Haltung gegenüber Menschen, Tieren und Pflanzen sowie das Bewusstmachen von Grenzen menschlicher Erkenntnis.

## **1. Der Unterricht im Fach Biologie**

### **1.1 Übergeordnete Zielsetzung für den Unterricht im Fach Biologie**

Die Themen und Inhalte des Biologieunterrichts am Abendgymnasium und am Kolleg berücksichtigen die Vorgaben für das Zentralabitur in NRW. Auf der Grundlage dieser Vorgaben und die Überlegungen zu dem mathematischen-naturwissenschaftlichen Aufgabenfeld, werden folgende übergeordnete Ziele im Biologieunterricht verfolgt.

Die Studierenden sollen:

- durch Behandlung der verschiedenen Unterrichtsdisziplinen (vgl. 2.) ein umfassendes biologisches Grundlagenwissen erwerben und durch unterschiedliche Zugangsweisen an modellhafte Betrachtungen, welche das abstrakte Denkvermögen und eine kreative Vorgehensweise ermöglichen, herangeführt werden.
- durch einen gezielten Einsatz von Experimenten im Unterricht Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung exemplarisch kennen lernen und dadurch problemlösende Denk- und Lernstrategien für ein lebenslanges Lernen entwickeln.
- durch die erworbenen Sach- und Methodenkenntnisse über die Grundphänomene lebender Systeme, ihr Zusammenspiel und ihre Bedeutung für gegenwärtige und zukünftige Lebenssituationen die Handlungsbereitschaft und Handlungskompetenz für den Natur- und Umweltschutz bzw. für die Auseinandersetzung mit ethischen Fragen erwerben.
- durch Arbeiten im Team eigenverantwortlich Aufgaben übernehmen, gemeinsame Lösungswege finden, sich über ihre Vorgehensweise verständigen und dadurch wichtige kommunikative und soziale Kompetenzen erlangen.
- eine angemessene Fachsprache, welche die sprachliche Ausdrucksfähigkeit schult, kennen lernen.

Dies alles soll die Studierenden zur Studierfähigkeit führen und darüber hinaus gleichzeitig Einblicke in die Berufswelt ermöglichen.

## 1.2 Themen und verbindliche Inhalte im Fach Biologie

### Einführungsphase 1. Semester: Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle

#### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

##### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF3 Systematisierung, E6 Modelle, K1 Dokumentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Zellaufbau

**Zeitbedarf:** ca. 6 DStd. à 90 Minuten

##### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF4 Vernetzung, E1 Probleme und Fragestellungen, K4 Argumentation, B1 Kriterien, B4 Möglichkeiten und Grenzen, E6 Modelle, E7 Arbeits- und Denkweisen,

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Funktion des Zellkerns ♦ Zellverdopplung und DNA

**Zeitbedarf:** ca. 7 DStd. à 90 Minuten

##### Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF2 Auswahl, E3 Hypothesen, E7 Arbeits- und Denkweisen, K1 Dokumentation, K2 Recherche, K3 Präsentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Biomembranen

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

**Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterthema</b>	<b>Fachinhalte</b>	<b>Leitbegriffe</b>	<b>Kompetenzen: Die Studierenden ...</b>
Einführung	Kennzeichen des Lebendigen  Definition Zelle  <u>Fakultativ:</u> Fünf Reiche/ Systematik der Lebewesen	Wachstum, Bewegung, Stoffwechsel, Reizbarkeit, Fortpflanzung kleinste Einheit mit allen Kennzeichen des Lebendigen Prokaryoten, Eukaryoten: kernhaltige Einzeller, Pilze, Tiere, Pflanzen	<b>beschreiben</b> den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und <b>stellen</b> die Unterschiede <b>heraus</b> (UF3).
Vergleich von tierischen und pflanzlichen Zellen	Grundlagen des Mikroskopierens, Bau und Funktionsweise des Lichtmikroskops	Okular, Tubus, Revolver, Objektive, Stativ, Objektisch, Kondensator, Grob-/ Feintrieb, Objektträger, Deckgläschen	
	pflanzliche Zellen: Zwiebelepidermis, Wasserpest Bestandteile der pflanzlichen Zellen	Zellkern, Zellwand, Chloroplasten, Vakuole, Zellplasma, Zellmembran	<b>beschreiben</b> den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und <b>stellen</b> die Unterschiede <b>heraus</b> (UF3).
	tierische Zellen: Mundschleimhautzelle	Zellmembran, Zellkern, Zellplasma	
	EM-Bild der Zelle	Zellorganellen: ER, Ribosomen, Mitochondrien, Golgi-Apparat (aufgebaut aus Dictyosomen)	<b>beschreiben</b> den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und <b>stellen</b> die Unterschiede <b>heraus</b> (UF3).
Transportprozesse an Biomembranen	Aufbau der Biomembran	fluid-mosaic-modell (NICOLSON und SINGER) Kohlenhydrate, Fette (Lipide), Eiweiße (Proteine)	
	Bau- und Inhaltsstoffe	Kohlenhydrate, Fette (Lipide), Eiweiße (Proteine)	<b>ordnen</b> die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nucleinsäuren) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen <b>zu</b> und <b>erläutern</b> sie bezüglich ihrer wesentlichen chemi-

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden ...
			schen Eigenschaften (UF1, UF3).
	Diffusion und Osmose	Konzentrationsunterschied, BROWN'sche Molekularbewegung (Teilchenbewegung), selektiv permeabel (semipermeabel)	<b>beschreiben</b> die Vorgänge der Diffusion und Osmose und <b>erklären</b> diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4). <b>recherchieren</b> Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und <b>dokumentieren</b> die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).
	<u>Fakultativ</u> : Plasmolyse, Deplasmolyse	<u>Fakultativ</u> : hypertonisch, hypotonisch, isotonisch, Turgor, physiologische Lösung	<u>Fakultativ</u> : <b>führen</b> mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet <b>durch</b> und <b>interpretieren</b> die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).
	aktiver, passiver Transport	Kanalprotein, Carrierprotein, ATP als Träger von Energie	<b>beschreiben</b> Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und <b>geben</b> die Grenzen dieser Modelle <b>an</b> (E6).
Zelle als metabolisches System (Kompartimentierung)	<u>Fakultativ</u> : Funktion der Zellorganellen (als Vergleich mit dem Produktionsablauf in einer Fabrik)	<u>Fakultativ</u> : Proteinbiosynthese (Ribosomen); Bereitstellung von ATP (Mitochondrien); Auf- und Umbau, Transport von Inhaltsstoffen (Golgi-Apparat, ER); Photosynthese (Chloroplasten)	<u>Fakultativ</u> : <b>beschreiben</b> Aufbau und Funktion der Zellorganellen und <b>erläutern</b> die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).
Zelle als reproduktives System	Zellkern	Träger der Erbsubstanz (Zellkern), Acetabularia,	<b>benennen</b> Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und <b>stellen</b> Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs <b>dar</b> (E1, E5, E7).
	DNA	Adenin, Cytosin, Guanin, Thymin, Phosphat, Desoxyribose, Doppelhelix	<b>erklären</b> den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).
		Verdopplung (Replikation) der DNA	<b>beschreiben</b> den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).
	Mitose und Zellzyklus	Interphase, Pro-, Meta-, Ana-, Telophase, Chromosomen, Zellzyklus, Kontrollpunkte	<b>begründen</b> die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden ...
	Stammzellen	Krallenfrosch (Xenopus), Stammzellen, totpotent, pluripotent	<b>werten</b> Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) <b>aus</b> und <b>leiten</b> ihre Bedeutung für die Stammzellforschung <b>ab</b> (E5).
	Zellkulturen vs. Tierversuche	Zellkulturen, Tierversuch	<b>zeigen</b> Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin <b>auf</b> (B4, K4).

## Einführungsphase 2. Semester: Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel

### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

#### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E2 Wahrnehmung und Messung, E4 Untersuchungen und Experimente, E5 Auswertung, UF3 Systematisierung, B2 Entscheidungen, B3 Werte und Normen,

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Enzyme ♦ Dissimilation

**Zeitbedarf:** ca. 14 DStd. à 90 Minuten

#### Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden ...
Bau und Funktion von Enzymen	Enzyme sind Biokatalysatoren	Enzym, Substrat, Produkt, Aktivierungsenergie, aktives Zentrum, Enzym-Substrat-Komplex, Bedingungen der Enzymreaktion	<b>erläutern</b> Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4), <b>stellen Hypothesen</b> zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren <b>auf, überprüfen</b> sie anhand vorgegebener Versuchsergebnisse und <b>stellen</b> sie <b>graphisch dar</b> (E3, E2, E4, E5, K1, K4).
	Verlauf enzymatischer Reaktionen Enzymaktivität und Enzymhemmung	RGT-Regel, Enzymaktivität; Substratkonzentration kompetitive Hemmung, nicht-kompetitive Hemmung, allosterische Hemmstoff, reversible und irreversible Hemmung	<b>beschreiben</b> und <b>interpretieren</b> Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5), <b>beschreiben</b> und <b>erklären</b> mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).
		Enzyme im Alltag	<b>recherchieren</b> selbstständig Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und <b>präsentieren</b> und <b>bewerten vergleichend</b> die Ergebnisse

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden ...
			(K2, K3, K4), <b>geben</b> Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen <b>an</b> und <b>wägen</b> die Bedeutung für unser heutiges Leben <b>ab</b> (B4).
Stoffwechsel und Energieumsatz	Von der äußern Atmung zur Zellatmung: Mitochondrien	Äußere und innere Membran, Intermembranraum, Matrix, Energieumwandlung, ATP, NAD <sup>+</sup> , Atmungskette, Protonengradient, Protonenpumpe, ATP-Synthase	<b>erläutern</b> die Bedeutung von NAD <sup>+</sup> und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4), <b>beschreiben</b> und <b>präsentieren</b> die ATP-Synthese im Mitochondrium <b>mithilfe vereinfachter Schemata</b> (UF2, K3).
	Aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge	Glucose + Sauerstoff → Wasser + Sauerstoff + Energie, aerob, Cytoplasma, Zitronensäurezyklus, aerob und anaerob	<b>erklären</b> die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3), <b>präsentieren</b> eine Tracermethode bei der Dissimilation <b>adressatengerecht</b> (K3), <u>Fakultativ</u> : <b>erklären</b> mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4)
	<u>Fakultativ</u> : Gärung	<u>Fakultativ</u> : Milchsäuregärung	<u>Fakultativ</u> : <b>überprüfen Hypothesen</b> zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).

## Qualifikationsphase: Inhaltsfeld Genetik

### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E5 Auswertung, K2 Recherche, B3 Werte und Normen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen ♦ Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Modellvorstellung der Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF3 Systematisierung, UF4 Vernetzung, E6 Modelle

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation

**Zeitbedarf:** ca. 9 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** *Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** K2 Recherche, K3 Präsentation, B1 Kriterien, B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Gentechnologie ♦ Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 5 DStd. à 90 Minuten

#### Leistungskurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*



**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF4 Vernetzung, E5 Auswertung, K2 Recherche, B3 Werte und Normen, B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen ♦ Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 12 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben II:**

**Thema/Kontext:** Erforschung der Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E1 Probleme und Fragestellungen, E3 Hypothesen, E5 Auswertung, E6 Modelle, E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation

**Zeitbedarf:** ca. 15 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben III:**

**Thema/Kontext:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** K2 Recherche, K3 Präsentation, B1 Kriterien, B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Gentechnologie ♦ Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 10 DStd. à 90 Minuten

**Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterthema</b>	<b>Fachinhalte</b>	<b>Leitbegriffe</b>	<b>Kompetenzen: Die Studierenden...</b>
Klassische Genetik	MENDEL'sche Regeln 1 - 3	dominant-rezessiver Erbgang Phänotyp, Genotyp, Gen, Allel, heterozygot, homozygot, monohybrider, dihybrider Erbgang, intermediärer Erbgang Rückkreuzung	<i>Nur LK: reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7).</i>

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
Molekulare Grundlagen der Vererbung	DNA als Erbsubstanz	Molekularer Bau der DNA (Nucleinsäuren, Basen, Nucleotide, Desoxyribose, Doppelhelix, Watson-Crick-Modell, Chargaff-Regel)	
Molekulargenetik	Proteinbiosynthese	Ein Gen ein Polypeptid-Hypothese, m-RNA/prä-m-RNA, Transkription, codogener DNA-Strang, nicht-codogener DNA-Strang, Genetischer Code (Codesonne), Anticodon, Codon, t-RNA, Translation Wobble-Hypothese, Ableserichtung, Syntheserichtung der RNA-Polymerase, Intron, Exon, Spleißen (Unterschiede zu Prokaryoten)	<b>vergleichen</b> die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3). <b>erläutern</b> Eigenschaften des genetischen Codes und <b>charakterisieren</b> mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2). <i>Nur LK: benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</i> <i>Nur LK: erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</i>
	Mutationen	Punktmutation, Insertion, Deletion, Inversion; Stumme Mutation, Missense-Mutation, Nonsense-Mutation, Rastermutation; Genwirkkette	<b>erklären</b> die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).
	Regulation der Genaktivität am Beispiel der Prokaryoten	lac-Operon, trp-Operon, Regulatorgen, Repressor, Promotor, Operator, Strukturgene, Substratinduktion, Endproduktrepression,	<b>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen</b> auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).
	Genregulation bei Eukaryoten	Transkriptionsfaktor (Enhancer, Silencer), Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, Protein p53, Protein Ras	<b>erklären mithilfe eines Modells</b> die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgen auf die Regulation des Zellzyklus und <b>erklären</b> die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4) auf der Grundlage von p53 und Ras ( <i>Vorgaben</i>

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
			2018).
		Epigenetik, DNA-Methylierung	<u>Nur GK:</u> <b>erklären</b> einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).
		<u>Nur LK:</u> DNA-Methylierung; Methylierung und Acetylierung von Histonen (Vorgaben 2018), Transkriptionsfaktor (Enhancer, Silencer), Zelldifferenzierung; RNA-Interferenz (Vorgaben 2019)	<u>Nur LK:</u> <b>erläutern</b> epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und <b>leiten</b> Konsequenzen für den Organismus <b>ab</b> (E6). <u>Nur LK:</u> <b>erklären mithilfe von Modellen</b> genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6). <u>Nur LK:</u> <b>erläutern</b> die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4).
Werkzeuge und Verfahrenstechnik der Gentechnik	PCR	Restriktionsenzyme, Vektoren, Primer, Taq-Polymerase, Denaturieren, Hybridisieren, transgener Organismus, <u>nur LK:</u> <i>synthetischer Organismus</i>	<b>beschreiben</b> molekulargenetische Werkzeuge und <b>erläutern</b> deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1). <b>begründen</b> die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. <i>E. coli</i> ) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3). <b>erläutern</b> molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1). <b>stellen mithilfe geeigneter Medien</b> die Herstellung transgener Lebewesen dar und <b>diskutieren</b> ihre Verwendung (K1, B3). <b>recherchieren</b> Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und <b>präsentieren</b> diese <b>unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen</b> (K2, K3). <b>stellen</b> naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen <b>dar</b> und <b>beurteilen</b> Interessen sowie Folgen <b>ethisch</b> (B3, B4).
	Genetischer Fingerabdruck	Loci, VNTR, Gelelektrophorese, Laufrichtung, Vaterschaftstest,	<u>Nur GK:</u> <b>geben</b> die Bedeutung von DNA-Chips <b>an</b> und <b>beurteilen</b> Chancen und Risiken (B1, B3)

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
		DNA-Chip, <i>nur LK: Hochdurchsatz-Sequenzierung</i>	<p><i>Nur LK: <b>geben</b> die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung <b>an</b> und <b>bewerten</b> Chancen und Risiken (B1, B3).</i></p> <p><i>Nur LK: <b>beschreiben</b> aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und <b>bewerten</b> sie (B3, B4).</i></p>
Aspekte der Cytogenetik mit human-biologischem Bezug	Aufbau von Chromosomen	Verpackung der DNA: Histone; Centromer, Schwesterchromatiden, Karyogramm, diploid, haploid, Geschlechtschromosomen	
	Meiose, Crossing over und Rekombination	Chromosomentheorie der Vererbung, 1./2. Reifeteilung, Pro-, Meta-, Ana-, Telophase; Chromosomenmutation, Trisomie 21; <i>nur LK: Crossing over, inter- und intrachromosomalen Rekombination</i>	<p><i>Nur GK: <b>erläutern</b> die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</i></p> <p><i>Nur LK: <b>erläutern</b> die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</i></p>

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
	Stammbaumanalyse und Erbgänge in der humangenetischen Beratung	Autosomal-dominant, Autosomal-rezessiv, Gonosomal-rezessiv, Gonosomal-dominant	<p><i>Nur GK: <b>formulieren</b> bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und <b>begründen die Hypothesen</b> mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</i></p> <p><i>Nur LK: <b>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen</b> zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und <b>begründen die Hypothesen</b> mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</i></p> <p><i>Nur LK: <b>recherchieren</b> Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), <b>schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit</b> der Informationen <b>ein</b> und <b>fassen</b> die Ergebnisse strukturiert <b>zusammen</b> (K2, K1, K3, K4).</i></p>

## Qualifikationsphase: Inhaltsfeld Ökologie

### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E1 Probleme und Fragestellungen, E2 Wahrnehmung und Messung; E3 Hypothesen; E4 Untersuchungen und Experimente, E5 Auswertung; E7 Arbeits- und Denkweisen,

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Umweltfaktoren und ökologische Potenz

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E6 Modelle, K4 Argumentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Dynamik von Populationen

**Zeitbedarf:** ca. 6 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** B2 Entscheidungen, B3 Werte und Normen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Stoffkreislauf und Energiefluss

**Zeitbedarf:** ca. 4 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben VII:

**Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E5 Auswertung, B2 Entscheidungen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Mensch und Ökosysteme

**Zeitbedarf:** ca. 5 DStd. à 90 Minuten

### **Leistungskurs Unterrichtsvorhaben I:**

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E1 Probleme und Fragestellungen, E2 Wahrnehmung und Messung, E3 Hypothesen, E4 Untersuchungen und Experimente, E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Umweltfaktoren und ökologische Potenz

**Zeitbedarf:** ca. 7 DStd. à 90 Minuten

### **Leistungskurs Unterrichtsvorhaben II:**

**Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, E5 Auswertung, E6 Modelle,

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Dynamik von Populationen

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

### **Leistungskurs Unterrichtsvorhaben III:**

**Thema/Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF4 Vernetzung, E6 Modelle, B2 Entscheidungen, B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Stoffkreislauf und Energiefluss

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

### **Leistungskurs Unterrichtsvorhaben IV:**

**Thema/Kontext:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E1 Probleme und Fragestellungen, E2 Wahrnehmung und Messung, E3 Hypothesen, E4 Untersuchungen und Experimente, E5 Auswertung, E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Fotosynthese

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben V:**

**Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF2 Auswahl, K4 Argumentation, B2 Entscheidungen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Mensch und Ökosysteme

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

**Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden ...
Einführung	Operatoren		
	Basisbegriffe	Ökologie, Biotop, Ökologische Nische, Organismen, Population, Kompartiment, Biozönose, Ökosystem, Biosphäre	
	Gliederung eines Ökosystems	Produzent, Konsument, Destruent, Biomassenproduktion	
Wechselwirkungen zwischen Organismen und Umwelt (abiotische Faktoren)	Gegenüberstellung abiotischer und biotischer Umweltfaktoren Toleranzbereich, physiologisches und ökologisches Optimum	Stenök, Euryök, Optimum, Maximum, Minimum, Präferendum, Reaktionsnorm  physiologische und ökologische Potenz/ Optimum	<b>zeigen</b> den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem <b>auf</b> (UF3, UF4, E4).



	Fotosynthese	Chloroplast, Thylakoide, Thylakoidmembran, Stroma; Chlorophyll, Wasser + Kohlenstoffdioxid + Lichtenergie → Glucose + Sauerstoff; Licht- und Dunkelreaktion, ATP-Synthese, CALVIN-ZYklus	<b>erläutern</b> den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und <b>ordnen</b> die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten <b>zu</b> (UF1, UF3).  <i>Nur LK: <b>leiten</b> aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende <b>Fragestellungen und Hypothesen ab</b> (E1, E3, UF2, UF4). <b>Nur LK: erläutern mithilfe einfacher Schemata</b> das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</i>
	Wirkung von abiotischen Umweltaktoren (Temperatur, Wasser, Licht) auf Pflanzen und Tiere	Minimumfaktor, Wirkungsgefüge der Umweltfaktoren  poikilotherm, homoiotherm, Überwinterungsstrategien, tiergeographische Regeln: ALLEN'sche Regel, und BERGMANN'sche Regel	<b>analysieren</b> Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5). <b>erläutern</b> die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und <b>grenzen</b> diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen <b>ab</b> (E7, K4).
Wechselbeziehungen zwischen Organismen	Parasitismus, Symbiose; Konkurrenz	Parasitismus, Symbiose; interspezifische und intraspezifische Konkurrenz; Konkurrenzausschluss und Konkurrenzvermeidung	<b>leiten</b> aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten <b>ab</b> und <b>präsentieren</b> diese <b>unter Verwendung angemessener Medien</b> (E5, K3, UF1).
Verflechtungen in Lebensgemeinschaften	Biomassenproduktion, Nahrungsnetz und Energiefluss	Trophieebenen, Produzent, Konsument, Destruent, Energiefluss  <i>Fakultativ:</i> See im Jahresverlauf; Sommer- und Winterstagnation, Frühjahrs- und Herbstzirkulation	<b>stellen</b> energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene <b>formal, sprachlich und fachlich korrekt dar</b> (K1, K3). <b>entwickeln</b> aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und <b>erklären</b> diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).
	Stoffkreisläufe	Biogeochemischer Kreislauf am Beispiel des Stickstoffkreislauf	<i>Nur GK: <b>präsentieren und erklären</b> auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropoge-</i>

		(Vorgaben für den GK und LK)	<p>nen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).</p> <p><u>Nur LK: <b>präsentieren und erklären</b> auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1).</u></p>
Ökologische Nische	Einnischung von Organismen	Ökologische Nische, ökologische Planstelle; Koexistenz	<b>erklären</b> mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).
Populationsökologie	Wachstum von Populationen	Exponentielles und logistisches Wachstum, Populationsdichte, Wachstumsrate, Umweltwiderstand, Kapazitätsgrenze, dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren	<b>beschreiben</b> die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).
	Räuber-Beute-Beziehung	LOTKA-VOLTERRA-Regeln 1 - 3	<b>untersuchen</b> die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6). <u>Nur LK: <b>vergleichen</b> das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und <b>diskutieren</b> die Grenzen des Modells (E6).</u>
	Fortpflanzungsstrategien	r- und K-Strategen	<b>leiten</b> aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien <b>ab</b> (E5, UF1, UF2, UF3, UF4).
Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen – Mensch und Ökosysteme	Veränderung und Regulation der Populationsdichte (z. B. Steuerung durch den Menschen am Beispiel Schädlingsbekämpfung)	Ökologisches Gleichgewicht, biologische Invasion von Arten, Schädlingsbekämpfung; ökologischer Fußabdruck	<b>recherchieren</b> Beispiele für die biologische Invasion von Arten und <b>leiten</b> Folgen für das Ökosystem <b>ab</b> (K2, K4). <b>diskutieren</b> Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3). <b>entwickeln</b> Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und <b>schätzen</b> diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit <b>ein</b> (B2, B3).

<p><u>Nur LK: Freilanduntersuchung</u></p>	<p><u>Nur LK: Freilanduntersuchung</u></p>	<p><u>Nur LK: Freilanduntersuchungen</u> z. B. Gewässeranalyse</p>	<p><u>Nur LK: <b>untersuchen</b></u> das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4). <u>Nur LK: <b>planen</b></u> ausgehend von Hypothesen <b>Experimente</b> zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle und <b>deuten</b> die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).</p>
--	--	--	--

## Qualifikationsphase: Inhaltsfeld Evolution

### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF3 Systematisierung, K4 Argumentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Grundlagen evolutiver Veränderung ♦ Art und Artbildung ♦ Stammbäume (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** *Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF2 Auswahl, UF4 Vernetzung

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Evolution und Verhalten

**Zeitbedarf:** ca. 4 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** *Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF3 Systematisierung, K4 Argumentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Evolution des Menschen ♦ Stammbäume (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 4 DStd. à 90 Minuten

#### Leistungskurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF3 Systematisierung, K4 Argumentation, E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Grundlagen evolutiver Veränderung ♦ Art und Artbildung ♦ Entwicklung der Evolutionstheorie  
**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben II:**

**Thema/Kontext:** Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF2 Auswahl, K4 Argumentation, E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Evolution und Verhalten

**Zeitbedarf:** ca. 7 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben III:**

**Thema/Kontext:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E2 Wahrnehmung und Messung, E3 Hypothesen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Art und Artbildung ♦ Stammbäume

**Zeitbedarf:** ca. 3 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben IV:**

**Thema/Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF3 Systematisierung, E5 Auswertung, K4 Argumentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Evolution des Menschen

**Zeitbedarf:** ca. 7 DStd. à 90 Minuten

**Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
Spurensuche – Indizien für die	Fossilien, Paläontologie, Entstehung von	Fossilien, Leitfossilien, Brückentiere, Übergangsformen, lebende	<b>stellen</b> Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) <b>adressa-</b>

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
Evolution	Fossilien, Überblick über die Erdzeitalter und Kontinentalverschiebung	Fossilien, <u>Fakultativ</u> : Erdzeitalter, Kontinentalverschiebung: Pangaea, Gondwana, Laurasia	<b>tengerecht dar</b> (K1, K3).
Hinweise aus der vergleichenden Anatomie und Morphologie	Homologie und Divergenz, Analogie und Konvergenz	Homologie der Wirbeltiergliedmaßen, Divergenz und Homologie, Homologiekriterien (Kriterium der Lage, der spezifischen Qualität und Verknüpfung der Zwischenformen); Analogie und Konvergenz, ( <u>fakultativ</u> : rudimentäre Organe und Atavismen beim Menschen)	<b>deuten</b> Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3). <b>entwickeln und erläutern Hypothesen</b> zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).
Hinweise aus der Molekularbiologie	Anwendung der Techniken zur Erstellung eines Stammbaums: DNA-Vergleich Aminosäuresequenzanalyse	PCR, DNA-Sequenzierung, Gel-elektrophorese (Wiederholung) Gendatenbanken	<b>belegen</b> an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). <u>Nur LK</u> : <b>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</b> (UF1, UF4).
Synthetische Evolutionstheorie	<u>Nur LK</u> : Historische Evolutionstheorien	<u>Nur LK</u> : Gegenüberstellung von LAMARCK und DARWIN	<u>Nur LK</u> : <b>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar</b> (E7).
	Evolutionfaktoren	Mutation und Rekombination, Genpool, Population, Gen, Allel, binäre Nomenklatur; <u>nur LK</u> : Biodiversität, nc-DNA, mt-DNA	<b>beschreiben</b> die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). <u>Nur LK</u> : <b>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen</b> (K4, E6). <u>Nur LK</u> : <b>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme)</b> (UF4, UF1, UF2, UF3).
		Selektion (gerichtete, disruptive, stabilisierende), biologische Fit-	<b>erläutern</b> den Einfluss der Evolutionfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Gen-

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
		ness; Koevolution; Isolation ( <u>fakultativ</u> : ökologische, geografische, ethologische, sexuelle), Separation, Gendrift, Migration, adaptive Radiation, Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift	pool einer Population. (UF4, UF1). <b>stellen</b> den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit <b>dar</b> (UF2, UF4). <b>wählen</b> angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution ( <i>Nur GK: aus Zoologie und Botanik</i> ) <b>aus</b> und <b>präsentieren</b> die Beispiele (K3, UF2).
	Synthetische Evolutionstheorie	<i>... am Beispiel der Grippeviren (Vorgaben GK 2018)</i>	<b>stellen</b> die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).  <i>Nur LK: <b>grenzen</b> die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt <b>ab</b> und <b>nehmen zu diesen begründet Stellung</b> (B2, K4).</i>
		<i>Nur LK: Hardy-Weinberg-Gesetz</i>	<i>Nur LK: <b>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes</b> die Allelfrequenzen in Populationen und <b>geben</b> Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes <b>an</b> (E6).</i>
	Artbildung	Art, Rasse	<b>bewerten</b> die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und <b>nehmen</b> zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive <b>Stellung</b> (B1, B3, K4).
	Anwendung der synthetischen Evolutionstheorie	Allopatrische und sympatrische Artbildung, Separation (Präzisierung), zum Beispiel DARWIN-Finken	<i>Nur GK: <b>erklären</b> Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).</i> <i>Nur LK: <b>erklären</b> Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u. a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</i>
Human-evolution	Ablauf der Evolution Wirbeltierstammbaum Stammbaum der Primaten	Aufstellen eines Stammbaums Aufrechter Gang, Skelett-Vergleich, Phylogenese	<b>ordnen</b> den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3). <b>erstellen</b> und <b>analysieren</b> Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
			von Arten (E3, E5).
	Stammbaum der Hominiden	<p>Einstieg  Tabellarische Übersicht der Hominiden (Werkzeuggebrauch, Schädel etc.)  Vertiefung Schädelvergleich  Homo sapiens, Homo neanderthalensis und Homo erectus – Anwendungen</p> <p><i>Nur LK: Datierungsmethoden</i></p>	<p><b>diskutieren</b> wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit <b>kritisch-konstruktiv</b> (K4, E7, B4).  <i>Nur LK: <b>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien</b> (E3, E5, K1, K4).</i>  <i>Nur GK: <b>analysieren</b> molekulargenetische Daten und <b>deuten</b> sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen</i> (E5, E6).  <i>Nur LK: <b>analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen</b> (E5, E6).</i></p>
Verhalten, Fitness, Anpassung	Fortpflanzungsstrategien	intra- und intersexuelle Selektion, Paarungssysteme	<b>analysieren</b> anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).
	Verwandtenselektion	altruistisches Verhalten, Gruppenselektion, Verwandtenselektion; biologische Fitness; staatenbildende Insekten;	<b>erläutern</b> das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4)



## Qualifikationsphase: Inhaltsfeld Neurobiologie

### Mögliche Unterrichtsvorhaben:

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF2 Auswahl, E6 Modelle, K3 Präsentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Aufbau und Funktion von Neuronen  
♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

**Zeitbedarf:** ca. 10 DStd. à 90 Minuten

#### Grundkurs Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** *Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** K1 Dokumentation, UF4 Vernetzung

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Plastizität und Lernen

**Zeitbedarf:** ca. 4 DStd. à 90 Minuten

#### Leistungskurs Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** UF1 Wiedergabe, UF2 Auswahl, E1 Probleme und Fragestellungen, E2 Wahrnehmung und Messung, E5 Auswertung, E6 Modelle

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Aufbau und Funktion von Neuronen  
♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)  
♦ Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 12 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben II:**

**Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** E6 Modelle, K3 Präsentation

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Leistungen der Netzhaut  
♦ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 4 DStd. à 90 Minuten

**Leistungskurs Unterrichtsvorhaben III:**

**Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

**Kompetenzen:** UF4 Vernetzung, K2 Recherche, K3 Präsentation, B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltliche Schwerpunkte:** ♦ Plastizität und Lernen ♦ Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 8 DStd. à 90 Minuten

**Obligatorische unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterthema</b>	<b>Fachinhalte</b>	<b>Leitbegriffe</b>	<b>Kompetenzen: Die Studierenden...</b>
Wirkung von Nervengiften	Aufbau und Funktion von Neuronen	Neuron, Membran, Ionenkanal, Natrium-Kalium-Pumpe, Synapse, Axon, Myelinscheide, Potentiale, Synapse, Neurotransmitter	<b>beschreiben</b> Aufbau und Funktion des Neurons (UF1). <b>vergleichen</b> die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten ( <i>Nur LK: und nicht myelinisierten</i> ) Axonen miteinander und ( <i>nur LK: stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionalen Zusammenhang</i> ) (UF2, UF3, UF4). <b>erläutern</b> die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3). <b>erklären</b> Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
			<p><i>Nur LK: leiten</i> aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle <b>ab</b> und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</p> <p><b>dokumentieren</b> und <b>präsentieren</b> die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p>
	Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung	Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Amplituden- und Frequenzmodulation, erregende und hemmende Synapse, second messenger	<b>stellen</b> den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn <b>unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar</b> (K1, K3).
<i>Nur LK: Auge</i>	<i>Nur LK: Leistungen der Netzhaut</i>	<i>Nur LK: Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung, Reaktionskaskade</i>	<p><i>Nur LK: erläutern</i> den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</p> <p><i>Nur LK: stellen</i> die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen <b>anhand von Modellen dar</b> und <b>beschreiben</b> die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).</p>
Plastizität und Lernen	Gehirn	Gehirn (Bau und Funktion), Gedächtnis zeitliche und funktionale Gedächtnismodelle nach MARKOWITSCH (Vorgaben 2018 und 2019), neuronale Plastizität, bildgebende Verfahren (PET und fMRT)	<p><i>Nur LK: stellen</i> Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und <b>bringen</b> diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).</p> <p><i>Nur LK: erklären</i> den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und <b>leiten</b> die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen <b>ab</b> (E6, UF4).</p>

Unterthema	Fachinhalte	Leitbegriffe	Kompetenzen: Die Studierenden...
			<p><u>Nur GK:</u> <b>erklären</b> die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).</p> <p><u>Nur GK:</u> <b>stellen</b> das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor <b>anhand von Modellen dar</b> (E6, UF1, UF2, UF4).</p> <p><u>Nur GK:</u> <b>ermitteln</b> mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens (Vorgaben 2018 und 2019: fMRT) Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4).</p> <p><b>stellen</b> aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p>
	Gehirnerkrankungen	Demenz und Alzheimer als Beispiel für degenerative Erkrankungen, degenerative Erscheinungen bei der Alzheimer-Krankheit (Vorgaben 2018 und 2019)	<b>recherchieren</b> und <b>präsentieren</b> aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).
	Wirkung von exogenen Substanzen  <u>Nur LK:</u> Neuroenhancer	Neuroenhancer als Medikament gegen Alzheimer und Demenz  <u>Fakultativ:</u> Medikamente gegen ADHS	<p><u>Nur LK:</u> <b>leiten</b> Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und <b>bewerten</b> mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</p> <p><u>Nur GK:</u> <b>erklären</b> Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und <b>bewerten</b> mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).</p>
Hormone	Sympathicus, Parasympathicus	Blutzuckerregulation, Sympathicus, Parasympathicus, Insulin	<b>erklären</b> die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).

## Übergeordnete Kompetenzen

<b>Umgang mit Fachwissen</b>	<b>Studierende können ...</b>
<b>UF1</b> Wiedergabe	ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben.
<b>UF2</b> Auswahl	biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.
<b>UF3</b> Systematisierung	die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen.
<b>UF4</b> Vernetzung	bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.

<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<b>Studierende können ...</b>
<b>E1</b> Probleme und Fragestellungen	in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren.
<b>E2</b> Wahrnehmung und Messung	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben.
<b>E3</b> Hypothesen	zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.
<b>E4</b> Untersuchungen und Experimente	Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.
<b>E5</b> Auswertung	Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.
<b>E6</b> Modelle	Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.
<b>E7</b> Arbeits- und Denkweisen	an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.

<b>Kommunikation</b>	<b>Studierende können ...</b>
<b>K1</b> Dokumentation	Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.
<b>K2</b> Recherche	in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten.
<b>K3</b> Präsentation	biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen.
<b>K4</b> Argumentation	biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.

<b>Bewertung</b>	<b>Studierende können ...</b>
<b>B1</b> Kriterien	bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben.
<b>B2</b> Entscheidungen	in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet Argumente abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen.
<b>B3</b> Werte und Normen	in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.
<b>B4</b> Möglichkeiten und Grenzen	Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.

### **1.3 Didaktische und methodische Schwerpunkte**

Neben der Vermittlung von Kenntnissen über biologische Zusammenhänge liegt der didaktisch-methodische Schwerpunkt darin, die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung zu fördern durch:  
praktisches Arbeiten mittels Betrachten, Beobachten und Untersuchen biologischer Objekte als Naturobjekt oder an Hand von Abbildungen und Filmsequenzen

- Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Bildung von Hypothesen und Theorien durch Deduktion und Induktion
- Veranschaulichung und Simulation der Realität an geeigneten Modellen, sowie eine kritische Auseinandersetzung mit diesen
- Beschreibung und Interpretation von Grafiken und Tabellen
- projektorientiertes Arbeiten
- Einsatz neuer Medien (z. B. geeignete Computersoftware)

### **1.4 Unterrichtsorganisation**

Die naturwissenschaftliche Ausbildung sieht eine 2-semesterige Einführungsphase und eine 4-semesterige Kursphase vor. Der Unterricht in den Leistungskursen umfasst fünf Semesterwochenstunden. Der Unterricht in den Grundkursen ist in der Regel am Abendgymnasium zweistündig, am Kolleg zwei- bis dreistündig. Es wird ausschließlich in Doppelstunden (90 Minuten) unterrichtet.

### **1.5 Leistungsbewertung**

Laut Fachkonferenzbeschluss und unter Berücksichtigung der APO setzt sich die Gesamtqualifikation zu jeweils gleichen Teilen aus den schriftlichen Leistungen und der sonstigen Mitarbeit zusammen.

Zur Feststellung der schriftlichen Leistungen werden in zweistündigen Kursen keine, in drei- oder fünfstündigen Kursen zwei Klausuren geschrieben.

Die Dauer der Klausuren beträgt zwei bis vier Schulstunden. Die Dauer der letzten Klausur, die unter Abiturbedingungen geschrieben wird, beträgt im Grundkurs drei, im Leistungskurs 4¼ Zeitstunden.

Zur Beurteilung der „Sonstigen Mitarbeit“ werden herangezogen:

- Mitarbeit im Unterricht
- Hausaufgaben
- Schriftliche Protokolle
- Präsentationen und Referate
- Lernzielerfolgskontrollen durch schriftliche Übungen

**Einzelheiten und Bewertungsmaßstäbe siehe Leistungsbewertungskonzept.**