Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan

für die gymnasiale Oberstufe an der

Schiller-Schule Bochum

Biologie

(Fassung: 06.11.2019)

Inhalt

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit 3

2 Entscheidungen zum Unterricht 5

2.1 Unterrichtsvorhaben 5

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben *7*

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase *19*

2.1.3.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Genetik Grundkurs) *40*

2.1.3.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Genetik Leistungskurs) *47*

2.1.3.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Ökologie Grundkurs) *56*

2.1.3.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Ökologie Leistungskurs) *63*

2.1.4.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Evolution Grundkurs) *74*

2.1.4.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Evolution Leistungskurs) 82

2.1.4.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Neurobiologie Grundkurs) *92*

2.1.4.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Neurobiologie Leistungskurs) 100

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 109

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 110

2.4 Lehr- und Lernmittel 113

3 Qualitätssicherung und Evaluation 113

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Schiller-Schule ist ein Gymnasium in Bochum. Exkursionen können innerhalb des Ruhrgebiets problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Das Schulgebäude verfügt über drei Biologiefachräume. Die Sammlung ist mit allen für einen richtlinienkonformen Fachunterricht Materialien und Geräten ausgestattet. Ein gentechnisches Labor (Schiller-Mobil) wurde etabliert und steht für die praktische Erarbeitung gentechnischer Methoden zur Verfügung.

Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab.

Die Lehrerbesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 100 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 – 3 Grundkurse und 1-2 Leistungskurse gebildet werden.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Jg.	**Fachunterricht von 5 bis 6**
5	BI (2)
6	BI (2)
	Fachunterricht von 7 bis 9
7	BI (2)
9	BI (2)
	Fachunterricht in der EF und in der Q1
10	BI (3)
11	BI (3/5)
12	BI (3/5)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 45 Minutenraster, wobei angestrebt wird, dass der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst in Doppelstunden stattfindet.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden.
Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans steht dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben entwickelt und erprobt. Die Fachkonferenz überprüft in der Durchführung des Unterrichts die Vorgaben des Hauscurriculums und behält sich notwendige Änderungen vor.

Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

Folgende Kooperationen bestehen an der Schule / folgende außerschuliche Lernorte werden in Anspruch genommen:

- Umweltpädagogische Station Heidhof:
  - Gewässeranalyse

- Botanischer Garten der Ruhr-Universität Bochum
  - Angepasstheiten von Pflanzen an abiotische Faktoren

- LWL Archäologisches Museum Herne
  - Datierungsmethoden

- Tierpark und Fossilium Bochum
  - Belege für die Evolutionstheorie

- Neanderthalmuseum Mettmann
  - Humanevolution

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen,

fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase	
Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**: • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • K1 Dokumentation **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Zellaufbau ◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle II – W*elche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Funktion des Zellkerns ◆ Zellverdopplung und DNA **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung*? **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • K1 Dokumentation • K2 Recherche • K3 Präsentation • E3 Hypothesen • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle)	*Unterrichtsvorhaben IV:* **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 **Inhaltsfeld**: IF 2 (Energiestoffwechsel) **Inhaltliche Schwerpunkte**:

Inhaltliche Schwerpunkte: ◆ Biomembranen ◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 22 Std. à 45 Minuten	◆ Enzyme **Zeitbedarf**: ca. 19 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF3 Systematisierung • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: IF 2 (Energiestoffwechsel) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Dissimilation ◆ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten	
Summe Einführungsphase: 90 Stunden	

Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS	
<u>*Unterrichtsvorhaben I:*</u> **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur 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 **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Proteinbiosynthese ◆ Genregulation **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten	<u>*Unterrichtsvorhaben II:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Meiose und Rekombination ◆ Analyse von Familienstammbäumen ◆ Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben III:*</u> **Thema/Kontext:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • K2 Recherche • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**:	<u>*Unterrichtsvorhaben IV:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie)

◆ Gentechnik ◆ Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten	**Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Umweltfaktoren und ökologische Potenz **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben V:*</u> **Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • E6 Modelle • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Dynamik von Populationen **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten	<u>*Unterrichtsvorhaben VI:*</u> **Thema/Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Inhaltsfelder**: IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben VII:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Mensch und Ökosysteme **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten	
<u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 90 Stunden</u>	

Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS	
Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Grundlagen evolutiver Veränderung ◆ Art und Artbildung ◆ Stammbäume (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **Thema/Kontext:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF3 Systematisierung • K4 Argumentation **Inhaltsfelder**: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Evolution des Menschen ◆ Stammbäume (Teil 2)	*Unterrichtsvorhaben IV:* **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 **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Aufbau und Funktion von Neuronen ◆ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten	**Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **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 **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Plastizität und Lernen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 60 Stunden	

Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS	
Unterrichtsvorhaben I: **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 **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Proteinbiosynthese ◆ Genregulation **Zeitbedarf**: ca. 30 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **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 **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Meiose und Rekombination ◆ Analyse von Familienstammbäumen ◆ Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 25 Std. à 45 Minuten
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 **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik)	*Unterrichtsvorhaben IV:* **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie)

Inhaltliche Schwerpunkte: ◆ Gentechnologie ◆ Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten	**Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Umweltfaktoren und ökologische Potenz **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben V:*</u> **Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • E5 Auswertung • E6 Modelle **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Dynamik von Populationen **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten	<u>*Unterrichtsvorhaben VI:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben VII:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie)	<u>*Unterrichtsvorhaben VIII:*</u> **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 **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie)

Inhaltliche Schwerpunkte: ◆ Fotosynthese **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	**Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Mensch und Ökosysteme **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 150 Stunden	

Qualifikationsphase (Q2) – 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 **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Grundlagen evolutiver Veränderung ◆ Art und Artbildung ◆ Entwicklung der Evolutionstheorie **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	*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 **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen **Inhaltsfelder**: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Art und Artbildung ◆ Stammbäume **Zeitbedarf**: ca. 6 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben IV:* **Thema/Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF3 Systematisierung • E5 Auswertung • K4 Argumentation **Inhaltsfelder**: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Evolution des Menschen **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V:	*Unterrichtsvorhaben VI:*

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 **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Aufbau und Funktion von Neuronen ◆ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1) ◆ Methoden der Neurobiologie (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 25 Std. à 45 Minuten	**Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • E6 Modelle • K3 Präsentation **Inhaltsfelder**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Leistungen der Netzhaut ◆ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben VII:*</u> **Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?* **Kompetenzen**: • UF4 Vernetzung • K2 Recherche • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**:	

◆ Plastizität und Lernen ◆ Methoden der Neurobiologie (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 17 Std. à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 100 Stunden	

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

- **Unterrichtsvorhaben I:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*
- **Unterrichtvorhaben III:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Zellaufbau
- Biomembranen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten
- Funktion des Zellkerns
- Zellverdopplung und DNA

Basiskonzepte:

System
Prokaryot, Eukaryot, Biomembran**,** Zellorganell, Zellkern, Chromosom, Makromolekül, Cytoskelett, Transport, Zelle, Gewebe, Organ, Plasmolyse

Struktur und Funktion
Cytoskelett, Zelldifferenzierung, Zellkompartimentierung, Transport, Diffusion, Osmose, Zellkommunikation, Tracer

Entwicklung
Endosymbiose, Replikation, Mitose, Zellzyklus, Zelldifferenzierung

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*			
Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Zellaufbau • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. • **UF2** biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden. • **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
SI-Vorwissen		***multiple-choice*-Test** zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus **Informationstexte** einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)** Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.
Zelltheorie – *Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?* • Zelltheorie • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie)	Herstellung und mikroskopieren von Frischpräparaten **Gruppenpuzzle** vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (*Nature of Science*) werden beispielhaft erarbeitet.

	dar (E7).		
Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend? • Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).	**elektronenmikroskopische Bilder** sowie **2D-Modelle** zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.
Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen? • Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung • Endo – und Exocytose • Endosymbiontentheorie	beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1). präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1). erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazel-	**Stationenlernen** zu Zellorganellen und zur Dichtegradientenzentrifugation Darin enthalten u.a.: • Station: Arbeitsblatt Golgi-Apparat („Postverteiler“ der Zelle) • Station: Arbeitsblatt Cytoskelett • Station: Modell-Experiment zur Dichtegradientenzentrifugation (Tischtennisbälle gefüllt mit unterschiedlich konzentrierten Kochsalzlösungen in einem Gefäß mit Wasser) • Station: Erstellen eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig gewählte Adressaten.	Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert. Analogien zur Dichtegradientenzentrifugation werden erläutert.

	lulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1).		
Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – *Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?* • Zelldifferenzierung	ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).	**Mikroskopieren** von verschiedenen Zelltypen	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen**
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen; Diagnoseformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) • <u>Leistungsbewertung:</u> • Überprüfungsformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) • ggf. Teil einer Klausur			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*			
Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Funktion des Zellkerns • Zellverdopplung und DNA **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren. • **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • **B4** Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		**Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik**	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert (z.B. Selbstdiagnosebogen).**
Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde? • Erforschung der Funktion des Zellkerns in der	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns im Zusammenhang der chemischen Struktur des Erbinformationsträgers und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1,	Auswertung historischer Experimente, z.B.: *Acetabularia*-Experimente von Hämmerling Experiment zum Kerntransfer bei *Xenopus*	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.

Zelle	E5, E7). werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).		
Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus? • Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) • Interphase	begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).	**Informationstexte** und **Abbildungen Filme/Animationen** zu zentralen Aspekten**:** 1. exakte Reproduktion 2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 3. Zellwachstum (Interphase)	Die Funktionen des Cytoskeletts im Rahmen der Mitose werden erarbeitet.
Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert? • Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren • Aufbau der DNA • Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1). beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).	**Modell** zur DNA-Struktur und -Replikation	Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.
Welche Möglichkeiten und	zeigen Möglichkeiten und	**Informationsblatt** zu Zellkulturen in der Bio-	Zentrale Aspekte werden her-

Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik? Zellkulturtechnik • Biotechnologie • Biomedizin • Pharmazeutische Industrie	Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	technologie und Medizin- und Pharmaforschung **Rollenkarten** zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.) **Pro und Kontra-Diskussion** zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“	ausgearbeitet. Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen. Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Selbstevaluationsbogen; Diagnoseformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.)

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Überprüfungsformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.)
- ggf. Klausur

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*			
Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Biomembranen • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 22 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge. • **K2** in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten. • **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen. • **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben. • **E6** Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vor-gänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben. • **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?	führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).	**Plakat** zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg **Zeitungsartikel** z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in	Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten. SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeigne-

• Brownsche Molekularbewegung • Diffusion und Osmose • Plasmolyse	führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4). recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).	den Unikliniken **Experimente** mit Schweineblut und Rotkohlgewebe und **mikroskopische Untersuchungen** **Kartoffel-Experimente** a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht) **Informationstexte, Animationen** und **Lehrfilme** zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com) **Demonstrationsexperimente** mit Tinte oder Deo zur Diffusion **Arbeitsaufträge** zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge	te Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch. Versuche zur Überprüfung der Hypothesen Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt. Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion). Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.
Warum löst sich Öl nicht in Wasser? • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentli-	**Demonstrationsexperiment** zum Verhalten von Öl in Wasser **Informationsblätter** • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden	Phänomen wird beschrieben. Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.

	chen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	• Modelle zu Phospholipiden in Wasser	Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.
Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen? • Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz) - Bilayer-Modell - Sandwich-Modelle	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4).	**Versuche** z.B. von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell **Arbeitsblatt** zur Arbeit mit Modellen **Partnerpuzzle** zu Sandwich-Modellen **Arbeitsblatt 1:** Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) **Arbeitsblatt 2:** Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.** Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert. Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Auf diese Weise kann die Arbeit in einer *scientific community* nachempfunden werden. Die „neuen“ Daten legen eine Modifikation des Bilayer-Modells von Gorter und Grendel nahe und führen zu neuen Hypothesen (einfaches Sandwichmodell / Sandwichmodell mit eingelagertem Protein / Sandwichmodell mit integralem Protein).

			Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.
- Fluid-Mosaik-Modell	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	**Abbildungen** auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie **Partnerpuzzle** zum Flüssig-Mosaik-Modell **Arbeitsblatt 1:** Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972) **Arbeitsblatt 2:** Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972) **Experimente** zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran	Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.
- Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)	recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).	**Checkliste** mit Kriterien für seriöse Quellen **Checkliste** zur korrekten Angabe von Internetquellen I**nternetrecherche** zur Funktionsweise von Tracern	Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.). Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert.
- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)	recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-	**Informationen** zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Vereb et al (2003)	Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.

- dynamisch strukturiertes Mosaikmodel (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts) • *Nature of Science* – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).	***Abstract*** aus: Vereb, G. et al. (2003): *Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.*	Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.
Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert? • Passiver Transport • Aktiver Transport	beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	**Gruppenarbeit:** **Informationstext** zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen	SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen; Diagnoseformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) <u>Leistungsbewertung:</u> • Überprüfungsformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) • ggf. Klausur			

Einführungsphase:

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Basiskonzepte:

System
Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

Struktur und Funktion
Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD^+

Entwicklung
Training

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*			
Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Enzyme **Zeitbedarf**: ca. 19 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben. • **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren. • **E5** Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie sind Enzyme aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle? • Aminosäuren • Peptide, Proteine • Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	**Haptische Modelle** (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau **Informationstexte** zum Aufbau und der Struktur von Proteinen **Gruppenarbeit** **Lernplakate** zum Aufbau von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von z.B. Hämoglobin veranschaulicht.
Welche Bedeutung haben Enzyme im	beschreiben und erklären	**Experimentelle Erarbeitung, z.B.:**	Die Substrat- und Wirkungs-

• Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität		b) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) **Checklisten** mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns. **Erstellung von Protokollen**	Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert. Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben. Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt. Hier bietet sich an, die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase, mithilfe eines Modells zu diskutieren.
Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme? • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion • Aktivierungsenergie, Aktivie-	erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).	**Schematische Darstellungen** von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus	Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit

rungsbarriere / Reaktionsschwelle			
Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen? • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit • Schwermetalle • Substratkonzentration / Wechselzahl	beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5). stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).	**Checkliste** mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen **Experimente** mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain) **Modellexperimente** mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.** Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.**
Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert? • kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht kompetitive) Hemmung • Substrat und Endproduktthemmung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	**Gruppenarbeit** **Informationsmaterial** zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) **Modellexperimente** mit Fruchtgummi und Smarties	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden ent-

		Experimente mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.) **Checkliste** mit Kriterien zur Modellkritik	wickelt. Reflexion und Modellkritik
Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? • Enzyme im Alltag - Technik - Medizin - u. a.	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4). geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).	**(Internet)Recherche**	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt. Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.
Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle (Enzyme im Alltag: vom Polysaccharid zum Monosaccharid)? • Polysaccharid • Disaccharid • Monosaccharid	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	**Informationstexte** zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur	Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen; Diagnoseformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) <u>Leistungsbewertung:</u> • Überprüfungsformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) ggf. Klausur			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*			
Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dissimilation • Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **B1** bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben. • **B2** in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen. • **B3** in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden? *Systemebene: Organismus* • Belastungstest • Schlüsselstellen der körperlichen Fitness		*Münchener* **Belastungstest** <u>oder</u> *multi-stage* Belastungstest. **Selbstbeobachtungsprotokoll** zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln ***Graphic Organizer*** auf verschiedenen Systemebenen	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt. Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.

			Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung? *Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül* • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie *Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?* • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin • Bohr-Effekt	stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).	**Film** zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes **Film** zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient) **Diagramme** zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt **Arbeitsblatt** mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisierung	Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet. Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt. Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.
Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander? *Systemebene: Organ und Gewebe* • Muskelaufbau	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperli-	**Partnerpuzzle** mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld **Bildkarten** zu Muskeltypen und Sportarten	Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden. Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet.

Systemebene: Zelle • Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher *Systemebene: Molekül* • Lactat-Test • Milchsäure-Gärung	chen Aktivitäten (K3, UF1). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).	**Informationsblatt** **Experimente** mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)	Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet. Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.
Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle? *Systemebene: Molekül* • NAD^+ und ATP	erläutern die Bedeutung von NAD^+ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).	**Arbeitsblatt** mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP	Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.
Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut? *Systemebenen: Zelle, Molekül* • Tracermethode • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette	präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3). erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	**Arbeitsblatt** mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen **Informationstexte** und **schematische Darstellungen** zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)	Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt. Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	**Fallstudien** aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)	Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekt: Maximalkraft) und der Organ- und

Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül • Ernährung und Fitness • Kapillarisierung • Mitochondrien *Systemebene: Molekül* • Glycogenspeicherung • Myoglobin	erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	**Arbeitsblatt** mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)	Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisierung, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden. Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.
Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Formen des Dopings – Anabolika	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	**Informationstext** zu Werten, Normen, Fakten **Informationstext** zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003) **Exemplarische Aussagen** von Personen **Weitere Fallbeispiele** zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht	Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert. Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet. Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen; Diagnoseformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) <u>Leistungsbewertung:</u> • Überprüfungsformen entsprechend der Vorgaben des KLP (S. 45 ff.) • ggf. Klausur			

2.1.3.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Genetik Grundkurs)

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik

Basiskonzepte:

System
Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle

Struktur und Funktion
Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

Entwicklung
Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Obacht: In den folgenden Auflistungen sind die klein- und nicht-fettgedruckten Kompetenzerwartungen von den fettgedruckten zu unterscheiden. Letztere sind für die zentrale Überprüfung geeignet. Erstere kommen wenn, dann materialgebunden in Abiturklausuren vor.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

GK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Proteinbiosynthese und genetischer Code • Mutationen • Genregulation **Zeitbedarf**: 30 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. • **UF 3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **UF 4** bestehendes Wissen auf Grund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren. • **E 6** Modelle zu Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen zu DNA-Struktur, Replikation und Mitose		Herstellung und/oder Reflexion einfacher Modelle. Arbeitsblätter Ggf. Kompetenztests aus der EF	SI- und EF-Wissen wird reaktiviert und vertieft.
Vom Gen zum Protein – Wie hängen Genotyp und Phänotyp zusammen? • Proteinbiosynthese	**vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3)**	Arbeitsblätter (Computer-)Modelle	

• Genetischer Code	**erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2)**		Einführung der Codesonne und der Tabellenform des Zusammenhangs eines Tripletts und der zugehörigen AS
Wie wirken sich Veränderungen des Genotyps auf den Phänotyp aus? • Mutationsformen	**erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2)** **erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)**	Lehrervortrag	Zu diesem Zeitpunkt der Unterrichtssequenz müssen Genmutationen besprochen werden. Die Besprechung von Genom- und Chromosomenmutationen kann auch in anderen Kontexten erfolgen.

Wie reguliert die Zelle ihre Protein-ausstattung? • Genregulation bei Pro- und Eukaryoten • Wechselwirkungen von Proto-Onkogenen und Tumor-Supressorgenen • Modell zur epigenteischen Regelung des Zellstoff-wechsels	**erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)** begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3) erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4) erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6)	Modelle	
Diagnose von Schülerkompetenzen: Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Transkription und Translation sowie Substratinduktion und Endproduktrepression, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

GK: Unterrichtsvorhaben II: Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?* **Thema/Kontext:**			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gentechnische Verfahrensweisen • Bioethik **Zeitbedarf**: 11 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben, • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problem-lösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen		***Think-Pair-Share*** zu bekannten Elementen	SI- und EF-Wissen wird reaktiviert
Gentechnik wozu? • Genetischer-Fingerabdruck (z. B. Vaterschaftstest) • DNA-Chip • Herstellung von GVO´s • Embryonale und adulte Stammzellen • Lebensmittelkontrolle	**erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1),** stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener	Arbeitsblätter *Think-Pair-Share* zu bekannten Elementen Evtl. Einsatz von Filmmaterial Experimenteller Nachweis von	

	Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3), geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Ri-siken (B1, B3). recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3), stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeuti-schen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	spezifischer DNA in DNA-haltigen Lebensmitteln in Fleisch- bzw. Fischhaltigen Fertigprodukten	
Wie erfolgt die Übertragung von fremden Genen? • Sequenzierung • PCR	**beschreiben molekular-genetische Werkzeuge und erläutern deren Be-deu-tung für gentechnische Grundoperationen (UF1),**		Teilnahme am schulinternen Praktikum oder vergleichbarer Veranstaltung z. B. RUB-Schülerlabor Möglichkeit zur Anfertigung von experimentellen Facharbeiten im Schiller-MobiL

• Gelelektrophorese • Restriktionsenzyme • Vektoren und Ligation • Selektion • Transformation • Expression		Schulinternes ganztägiges Praktikum	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens <u>Leistungsbewertung:</u> • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu PCR, Auswertung von genetischen Fingerabdrücken, Transformationsexperimenten • ggf. Klausur / Kurzvorträge			

2.1.3.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Genetik Leistungskurs)

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik

Basiskonzepte:

System
Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle

Struktur und Funktion
Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

Entwicklung
Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Obacht: In den folgenden Auflistungen sind die klein- und nicht-fettgedruckten Kompetenzerwartungen von den fettgedruckten zu unterscheiden. Letztere sind für die zentrale Überprüfung geeignet. Erstere kommen wenn, dann materialgebunden in Abiturklausuren vor.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

LK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Proteinbiosynthese und genetischer Code • Mutationen • Genregulation **Zeitbedarf**: 30 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E 1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren. • **E 3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben. • **E 5** Daten bezügliche einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben. • **E 6** Modelle zu Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben. • **E 7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle beschreiben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen zu DNA-Struktur, Replikation und Mitose		Herstellung und/oder Reflexion einfacher Modelle. Arbeitsblätter Ggf. Kompetenztests aus der EF	SI- und EF-Wissen wird reaktiviert und vertieft.
Vom Gen zum Protein – Wie hän-		Arbeitsblätter (Computer-)Modelle	

• Genetischer Code	**erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2)**		Einführung der Codesonne und der Tabellenform des Zusammenhangs eines Tripletts und der zugehörigen AS
Wie wirken sich Veränderungen des Genotyps auf den Phänotyp aus? • Mutationsformen	**erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2)** **erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)**	Lehrervortrag	Zu diesem Zeitpunkt der Unterrichtssequenz müssen Genmutationen besprochen werden. Die Besprechung von Genom- und Chromosomenmutationen kann auch in anderen Kontexten erfolgen.
Wie reguliert die Zelle ihre Proteinausstattung? • Genregulation bei Pro- und Eukaryoten • Wechselwirkungen von Pro-	**erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)** begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3) **erklären mithilfe eines Modells die Wechselwir-**	Modelle	

to-Onkogenen und Tumor-Supressorgenen • Modell zur epigenteischen Regelung des Zellstoff-wechsels	**kung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zell-zyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4)** **erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequen-zen für den Organismus ab (E6)**		
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Transkription und Translation sowie Substratinduktion und Endproduktrepression, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

LK: Unterrichtsvorhaben II: Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?* **Thema/Kontext:**			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gentechnische Verfahrensweisen • Bioethik **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben, • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen		***Think-Pair-Share*** zu bekannten Elementen	SI- und EF-Wissen wird reaktiviert
Gentechnik wozu? • Genetischer-Fingerabdruck (z. B. Vaterschaftstest) • DNA-Chip • Herstellung von GVO´s • Embryonale und adulte Stammzellen • Lebensmittelkontrolle	**erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1),** stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3),	Arbeitsblätter *Think-Pair-Share* zu bekannten Elementen Evtl. Einsatz von Filmmaterial Experimenteller Nachweis von spezifischer DNA in DNA-haltigen	

Wie erfolgt die Übertragung von fremden Genen? • Sequenzierung • PCR • Gelelektrophorese • Restriktionsenzyme • Vektoren und Ligation • Selektion • Transformation • Expression	geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Ri-siken (B1, B3). **recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3),** **stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).** **beschreiben molekular-genetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeu-tung für gentechnische Grundoperationen (UF1),**	Lebensmitteln in Fleisch- bzw. Fischhaltigen Fertigprodukten Schulinternes ganztägiges Praktikum	Teilnahme am schulinternen Praktikum oder vergleichbarer Veranstaltung z. B. RUB-Schülerlabor Möglichkeit zur Anfertigung von experimentellen Facharbeiten im Schiller-MobiL

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**;** angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu PCR, Auswertung von genetischen Fingerabdrücken, Transformationsexperimenten
- ggf. Klausur / Kurzvorträge

LK: Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Bioethik **Zeitbedarf**: 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten, • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen, z.B. Vererbungsregeln beschreiben Merkmalsverteilungen in den Generationen (Mendel).		***Think-Pair-Share*** zu bekannten Elementen	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.
Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann?		**Modell zur Chromosomenverteilung in der Meiose**	Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.

• Meiose • Spermatogenese / Oogenese *Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt?* • inter- und intrachromosomale Rekombination	**erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neu-kombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).**	**Arbeitsblätter**	Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.
Wie kann man ein Vererbungsmuster von genetisch bedingten Krankheiten im Verlauf von Familiengenerationen ermitteln und wie kann man daraus Prognosen für den Nachwuchs ableiten? • Erbgänge/Vererbungsmodi • genetisch bedingte Krankheiten, z.B.: – Hämophilie – Cystische Fibrose – Muskeldystrophie Duchenne – Chorea Huntington – …	**formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4)**	**Checkliste** zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. **Exemplarische Beispiele** von Familienstammbäumen	<u>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</u> Die Auswertungskompetenz bei humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt. Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben.

Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung und was ist von ihnen zu halten? • Gentherapie • Zelltherapie	**recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).** **stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).**	**Recherche** zu embryonalen bzw. adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen: - Internetquellen - Fachbücher / Fachzeitschriften - … Ggf. **Powerpoint-Präsentationen** der SuS	Das vorgelegte Material könnte von SuS ergänzt werden. An dieser Stelle kann auf das korrekte Belegen von Text- und Bildquellen eingegangen werden, auch im Hinblick auf die Facharbeit. Neutrale und „interessengefärbte Quellen“ werden kriteriell reflektiert. Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen ge tet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführ und als Methode reflektiert werden.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Selbstevaluationsbogen ggf. mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- Offene Evaluationsmethoden

<u>Leistungsbewertung:</u>

- KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse
- ggf. Klausur / Kurzvortrag

2.1.3.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Ökologie Grundkurs)

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Synökologie – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** *Wie sind Ökosysteme aufgebaut und wie erfolgen Stoffkreisläufe und Energieflüsse im Ökosystem?*
- **Unterrichtsvorhaben IV**: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Mensch und Ökosysteme

Basiskonzepte:

System
Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

Struktur und Funktion
Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Entwicklung
Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

GK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*	
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Umweltfaktoren • Ökologische Potenz Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten • **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und -aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und Experimente und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehler-analyse) durchführen, • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welchen Einfluss haben verschiedene abiotische Faktoren auf Beispielorganismen?	**zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abio-**	Anwendung von Messmethoden in einem ausgewählten Lebensraum Experimente: z.B. Temperaturregel	

Wie wirken die Umweltfaktoren zusammen? • Minimumsfaktoren • Ökologische Potenz	**erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).**	Basiswissen	
Diagnose von Schülerkompetenzen: • *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff. Leistungsbewertung: • ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.			

GK: Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*			
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dynamik von Populationen Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie wachsen Populationen unter verschiedenen Voraussetzungen? • exponentielles und logistisches Wachstum	**beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunab-**	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	

Welche Faktoren beeinflussen das Wachstum von Populationen? • dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren	**hängigen Faktoren (UF1).**	Auswertung von Fallbeispielen Simulationen von Populationsentwicklungen	
Welche Strategien verfolgen Organismen bei der Fortpflanzung? • K- und r-Strategen	**leiten 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 ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4).**		
Wie beeinflussen inter- und intraspezifische Beziehungen das Zusammenleben der Organismen? • Symbiose • Parasitismus • Räuber-Beute-Beziehung • Konkurrenz	**leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)**. **untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)**.		
Welche Ansprüche stellen Organismen an ihre biotische und abiotische Umwelt? • Ökologische Nische	**erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2)**.		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung: • ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

GK: Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** *Wie sind Ökosysteme aufgebaut und wie erfolgen Stoffkreisläufe und Energieflüsse im Ökosystem?*			
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Stoffkreislauf und Energiefluss Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche stoffwechselphysiologischen Grundlagen sind nötig für das Verständnis der Stoffkreisläufe? • Fotosynthese	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3). analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen praktische Untersuchung eines Fließgewässers Plakaterstellung und -präsentation	
Wie sind energetische und stoffliche Beziehungen in Ökosystemen verknüpft? • Nahrungskette • Nahrungsnetz	**stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungs-**		

• Biomasseproduktion • Trophieebenen • Energieumwandlung • Energiefluss und -entwertung (1. Hauptsatz der Thermodynamik	**netz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).**		
Wie funktionieren globale Stoffkreisläufe und welchen Einfluss hat der Mensch auf diese? • Kohlenstoffkreislauf	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsboge);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung:

- ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

GK: Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*	
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mensch und Ökosysteme Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Was kennzeichnet die Stabilität und Dynamik von Ökosystemen?	**recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)**.	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen pro- und contra-Diskussion	
Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Stabilität und Dynamik von Ökosystemen und welche Konflikte entstehen hierdurch? z. B. • Industrielle Landwirtschaft • Schädlingsbekämpfung • Naturschutz und Freizeitentwicklung • Nachhaltigkeit	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3). entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).	Quellenrecherche Diskussion mit externen Experten (z.B. Landwirte, Naturschutzvertreter)	

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

<u>Leistungsbewertung:</u>

- ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

2.1.3.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I (Ökologie Leistungskurs)

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Synökologie – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** *Wie sind Ökosysteme aufgebaut und wie erfolgen Stoffkreisläufe und Energieflüsse im Ökosystem?*
- **Unterrichtsvorhaben IV**: Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben V**: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Fotosynthese
- Mensch und Ökosysteme

Basiskonzepte:

System
Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

Struktur und Funktion
Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Entwicklung
Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf: ca. 75 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">LK: Unterrichtsvorhaben I:
Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Umweltfaktoren
• Ökologische Potenz

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E1 selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
• E2 Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
• E3 mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
• E4 Experimente mit komplexen Versuchsplänen und -aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und Experimente und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehler-analyse) durchführen,
• E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</td></tr>
<tr><td>Welchen Einfluss haben verschiedene abiotische Faktoren auf Beispielorganismen?
• Abiotische Faktoren: z. B. Temperatur, Feuchtigkeit,</td><td>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem</td><td>Anwendung von Messmethoden in einem ausgewählten Lebensraum

Experimente: z.B. Temperaturorgel</td><td></td></tr>
</table>

Licht • Tiergeographische Regeln	**beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4).**	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	
Wie wirken die Umweltfaktoren zusammen? • Minimumsfaktoren • Ökologische Potenz	**erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).** **planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)**.		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung:

- ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

LK: Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Synökologie – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*			
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dynamik von Populationen Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie wachsen Populationen unter verschiedenen Voraussetzungen? • exponentielles und logistisches Wachstum	**beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)**.	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	
Welche Faktoren beeinflussen das Wachstum von Populationen? • dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren		Auswertung von Fallbeispielen Simulationen von Populationsentwicklungen	
Welche Strategien verfolgen Organismen bei der Fortpflanzung? • K- und r-Strategen	**leiten 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 ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4).		
Wie beeinflussen inter- und intraspezifische Beziehungen das Zusammenleben der Organismen? • Symbiose • Parasitismus • Räuber-Beute-Beziehung • Konkurrenz	**leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)**. **untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).** **vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6).**		
Welche Ansprüche stellen Organismen an ihre biotische und abiotische Umwelt?	**erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von**		

• Ökologische Nische	**Arten (E6, UF1, UF2)**.		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung:

- ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

LK: Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: *Wie sind Ökosysteme aufgebaut und wie erfolgen Stoffkreisläufe und Energieflüsse im Ökosystem?*

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Stoffkreislauf und Energiefluss Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten	Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen. • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Frage-stellungen bewerten.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung**

	Die Schülerinnen und Schüler …		der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Welche stoffwechselphysiologischen Grundlagen sind nötig für das Verständnis der Stoffkreisläufe? • Fotosynthese	**erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).** **analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).**	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen praktische Untersuchung eines Fließgewässers Plakaterstellung und -präsentation	
Wie sind energetische und stoffliche Beziehungen in Ökosystemen verknüpft? • Nahrungskette • Nahrungsnetz • Biomasseproduktion • Trophieebenen • Energieumwandlung • Energiefluss und -entwertung	**stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).**		
Wie funktionieren globale Stoffkreisläufe und welchen Einfluss hat der Mensch auf diese? • Kohlenstoffkreislauf	**präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).**		

Diagnose von Schülerkompetenzen: • *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff. Leistungsbewertung: • ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.			

LK: Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*			
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Fotosynthese Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten • **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und -aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und Experimente und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehler-analyse) durchführen, • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen	**Konkretisierte Kompe-**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Me-**	**Didaktisch-methodische**

/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	tenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	thoden	Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Welche grundlegenden Voraussetzungen braucht man für das Verständnis der Fotosynthese? • Licht und Absorption • Absorptionsspektren • Wirkungsspektren	**analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).** **leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).**	Chromatographie Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen Modelle (z.B. Chloroplasten) Szenische Darstellung von Licht- und Dunkelreaktion	
Wie und wo erfolgt die Energiegewinnung im Chloroplasten? • Lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktion • Bau und Funktionszuordnung im Chloroplasten	**erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).** **erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).**		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung:

• ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

LK: Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*			
Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mensch und Ökosysteme Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten be-gründet auswählen und anwenden • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen. • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Was kennzeichnet die Stabilität und Dynamik von Ökosystemen?	**recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4).** **entwickeln aus zeitlich-**	Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen pro- und contra-Diskussion	

	rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).	Quellenrecherche Diskussion mit externen Experten (z.B. Landwirte, Naturschutzvertreter)	
Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Stabilität und Dynamik von Ökosystemen und welche Konflikte entstehen hierdurch? z. B. • Industrielle Landwirtschaft • Schädlingsbekämpfung • Naturschutz und Freizeitentwicklung • Nachhaltigkeit	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3). entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- *SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);* Diagnoseformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

Leistungsbewertung:

- ggf. Teil einer Klausur; Überprüfungsformen entsprechend den Vorgaben des KLP S.45 ff.

2.1.4.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Evolution Grundkurs)

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

Basiskonzepte:

System
Art**,** Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA

Struktur und Funktion
Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

Entwicklung
Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbilddung, Phylogenese

Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 Minuten

GK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel und wie spielen Evolutionsfaktoren zusammen?*			
Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Stammbäume (Teil 1) **Zeitbedarf**: 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. • **UF 3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Faktoren beeinflussen evolutiven Wandel? • Mutation • Selektion • Rekombination • Koevolution	• **erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).** • belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). • **stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3)**. • **wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen**	**schriftliches Material** für phänotypische Varianten einer Population und Merkmale vorteilhafter Selektion am Beispiel natürlicher und künstlicher Selektion bei Pflanzen, Tieren und Bakterien (Texte, Bilder, Diagramme, Stammbäume) **interaktive Computersimulationen**	mindestens ein Beispiel von Pflanzen, Tieren und Bakterien, Coevolution sowie sympatrische und allopatrische Artbildung wird bearbeitet

	zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).	**Modelle** (z.B. Flaschenhals-modell)	
Wie entstehen neue Arten? • Art • Artbildung • Isolation • Gendrift	**• stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).** **• erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).** **• stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).** • belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).	**Fossilienbelege** Prinzip der **Dendogrammerstellung** aufgrund morphologisch-anatomischer und molekulargenetischer Befunde ggf. **Stationen Lernen** im Tierpark Bochum	
Wie werden Verwandtschaftsbeziehungen dargestellt? • Erstellung von Stammbäumen auf Grundlage a) paläontologischer Aspekte (Homologien in Abgrenzung zur konvergenten Entwicklung) b) molekularer Ergebnisse	**• beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).** **• entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).** **• deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).**		

	• erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandt-schafts-beziehungen von Arten (E3, E5). **• analysieren molekulargeneti-sche Daten und deuten sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschafts-beziehungen von Lebewesen (E5, E6).**		
Diagnose von Schülerkompetenzen: ● Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: ● KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

GK: Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness	**erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4)**.	**Bilder** von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen **Informationstexte** (von der Lehrkraft ausgewählt) – zu Beispielen aus dem Tierreich und – zu ultimativen Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie) Ggf. **Powerpoint-Präsentationen**	Phänomen: Sexualdimorphismus
Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarungssysteme? • Paarungssysteme	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der	**Beobachtungsbogen** **Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen

• Habitatwahl	Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	Orang-Utans **Graphiken / Soziogramme**	Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

<u>Leistungsbewertung:</u>

- **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**
- Ggf. Klausur

GK: Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*			
Inhaltsfelder: IF 6 (Evolution) IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkennt-nisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Trends in der Primatenentwicklung und Ausbreitungswellen	**• ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).** **• diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).** • bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Filmmaterial** **anatomische Vergleiche** an Schädelmodellen **Vergleich von Stammbaumdarstellungen** ggf. **Besuch des Neanderthalmuseums oder der Zooschule Münster**	
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.1.4.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Evolution Leistungskurs)

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entwicklung der Evolutionstheorie
- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

Basiskonzepte:

System
Art**,** Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität

Struktur und Funktion
Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

Entwicklung
Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbilddung, Phylogenese

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

LK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel und wie spielen Evolutionsfaktoren zusammen?*			
Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Entwicklung der Evolutionstheorie **Zeitbedarf**: 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. • **UF 3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Vielfalt von Lebewesen und Biodiversität *Welche Faktoren beeinflussen evolutiven Wandel*? • Mutation • Selektion • Rekombination • Koevolution	• beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3). • **erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).** • **belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von**	**schriftliches Material** für phänotypische Varianten einer Population und Merkmale vorteilhafter Selektion am Beispiel natürlicher und künstlicher Selektion bei Pflanzen, Tieren und Bakterien (Texte, Bilder, Diagramme, Stammbäume)	mindestens ein Beispiel von Pflanzen, Tieren und Bakterien, Coevolution sowie sympatrische und allopatrische Artbildung wird bearbeitet

	Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). **• stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3)**. **• wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).**	**interaktive Computersimulationen** **Modelle** (z.B. Flaschenhalsmodell) **Fossilienbelege**	
Wie entstehen neue Arten? • Art • Artbildung • Isolation • Gendrift	**• stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).** **• erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).** **• grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).** **• stellen die synthetische Evolutionstheorie unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).** **• bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).**	ggf. **Stationen Lernen** im Tierpark Bochum	

	• **belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).** • erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).		
Entwicklung der Evolutionstheorie von Aristoteles bis zur Neuzeit • Kreationismus	• **stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).**	z. B. **Gruppen Puzzle**	
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

LK: Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeits-weisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness	**erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).**	**Bilder** von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen **Informationstexte** (von der Lehrkraft ausgewählt) – zu Beispielen aus dem Tierreich und – zu ultimativen Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie) Ggf. **Powerpoint-Präsentationen**	Phänomen: Sexualdimorphismus
Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarungs-	**analysieren anhand von Daten die evoluti-**	**Schülerpräsentationen**	Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evalu-

systeme? • Paarungssysteme • Habitatwahl	**onäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).**	**Beobachtungsbogen** **Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans **Graphiken / Soziogramme**	iert. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt. Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

<u>Leistungsbewertung:</u>

- **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**
- Ggf. Klausur

LK: Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*			
Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Art und Artbildung • Stammbäume **Zeitbedarf**: 6 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E3** Hypothesen mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie werden Verwandtschaftsbeziehungen dargestellt? • Erstellung von Stammbäumen auf Grundlage a) paläontologischer Aspekte (Homologien in Abgrenzung zur konvergenten Entwicklung) b) molekularer Ergebnisse	• **beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).** • **entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).** • **deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).** • **erstellen und analysieren**	**schriftliches Material** für phänotypische Varianten einer Population und Merkmale vorteilhafter Selektion am Beispiel natürlicher und künstlicher Selektion bei Pflanzen, Tieren und Bakterien (Texte, Bilder, Diagramme, Stammbäume) **interaktive Computersimulationen** **Fossilienbelege** Erstellung von **Dendogram-**	

	Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5). **• analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6)**. **• beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).**	**men** (Taschenmäuse, Mammut- oder Pferdestammbaum)	
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

LK: Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*			
Inhaltsfelder: IF 6 (Evolution) IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen **Zeitbedarf**: 14 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF 3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkennt-nisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hin-blick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Trends in der Primatenentwicklung und Ausbreitungswellen • Kulturelle Evolution	**• ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).** **• diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).** **• beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).** • bewerten die Problematik des Rasse-	**Filmmaterial** **anatomische Vergleiche** an Schädelmodellen **Vergleich von Stammbaumdarstellungen** ggf. **Besuch des Neanderthalmuseums**	

	Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).		
Diagnose von Schülerkompetenzen: ● Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: ● KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.1.4.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Neurobiologie Grundkurs)

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung und Wahrnehmung– *Wie entsteht aus einer durch einen Reiz ausgelöste Erregung eine Wahrnehmung?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Plastizität und Lernen

Basiskonzepte:

System
Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Rezeptor

Struktur und Funktion
Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger*, Sympathicus, Parasympathicus,

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

GK: Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?*			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung • Grundlagen der Wahrnehmung am Beispiel des Geschmacksinnes **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie ist ein Neuron aufgebaut und welche Konsequenzen für seine Funktion lassen sich daraus ableiten? • Dendrit • Soma • Axon • Myelinscheide • Präsynaptische Endigung	**Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)**	**Abbildungen und Informationstexte**	

Welchen Einfluss haben die Ionenverteilung und die unterschiedliche Permeabilität der Membran auf die Entstehung von Ruhe- und Aktionspotential? • Aufbau der Biomembran • Transportmechanismen durch die Biomembram insbesondere Na/K-Pumpe • Ruhepotential • Aktionspotential	**Erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen. (UF1)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)**	**Abbildungen und Informationstexte** **Computersimulationen** zu den molekularen Vorgängen während eines Aktionspotentials **Galvani Experiment** zur „tierischen Elektrizität“ und heutige Messmethoden	
Wie wird das Aktionspotential innerhalb eines Neurons weitergeleitet? • Elektrotonische und saltatorische Weiterleitung am Axon	**Erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen. (UF1)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)**		
Wie wird die Erregung zwi-	**Erläutern die Ver-**		

schen Neuronen übertragen? • Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse • Einfluss verschiedener Neurotransmitter und Nervengifte auf die Reizweiterleitung • Amplituden- und Frequenzmodulation und Verrechnungsprozesse bei der Erregungsweiterleitung	**schaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1,UF3); Erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung molekularer Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)**	**Fliessdiagramme**	
Wie ist das Nervensystem organisiert? • ZNS/PNS (Sympaticus und Parasympaticus) • Hormoneinfluss	Erklären die Rolle von Sympathicus und Parasympathicus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF 2, UF1)		

• Reiz-Reaktionsschema • Reflexe			
Wie entsteht ein Sinneseindruck im Gehirn? Vom Reiz über die Sinneszelle bis zum Sinneseindruck im gehirn *z.B. Wie und wo werden die Geschmacksqualitäten wahrgenommen?* • Aufbau der Zunge • Vom Menschen wahrnehmbare Geschmacksqualitäten • Aufbau eines Chemorezeptors • Modellvorstellung zur Umwandlung des Reizes in Erregung und seine Weiterleitung zum Gehirn **Alternativ können auch andere Beispiele zur Erregung von Sinneszellen ausgewählt werden**	**Stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4),** **stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen**		

	(K1, K3, UF2)		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Vorwissens- und Verknüpfungstests
- Selbstevaluationsbogen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Synapsengifte)
- ggf. Klausur

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

GK: Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Dar-stellungsweisen verwenden.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie funktioniert unser Gedächtnis? • Bau und Funktion des Gehirns • Modellvorstellung	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). ermitteln mit Hilfe von Aufnahmen eines bildgebenden		

zum Gedächtnis *Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?* • Neuronale Plastizität	Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4) Erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (E6, UF4).		
Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von z.B. Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es? • Degenerative Erkrankungen des Gehirns	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	**Recherche** in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden. Formale **Kriterien** zur Erstellung eines Flyers	
Welchen Einfluss haben Leistungssteigernde Substanzen auf das Gehirn? • *z.B. Retalin, Koffein,…*	**Erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).**		

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke
- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

<u>Leistungsbewertung:</u>

- angekündigte Kurztests

- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen
- ggf. Klausur

2.1.4.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II (Neurobiologie Leistungskurs)

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Leistungen der Netzhaut
- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

Basiskonzepte:

System
Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung

Struktur und Funktion
Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger*, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

LK: Unterrichtsvorhaben I: • **Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?*			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung • Grundlagen der Wahrnehmung • Methoden der Neurobiologie Teil 1 **Zeitbedarf**: ca. 25 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen • **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern, • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie ist ein Neuron aufgebaut und welche Konsequenzen für seine Funktion lassen sich daraus ableiten? • Drendit • Soma • Axon • Myelinscheide • Präsynaptische Endigung	**Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)**	**Abbildungen und Informationstexte**	

Welchen Einfluss haben die Ionenverteilung und die unterschiedliche Permeabilität der Membran auf die Entstehung von Ruhe- und Aktionspotential? • Aufbau der Biomembran • Transportmechanismen durch die Biomembran insbesondere Na/K-Pumpe • Ruhepotential • Aktionspotential	**leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)**	**Abbildungen und Informationstexte** **Computersimulationen** zu den molekularen Vorgängen während eines Aktionspotentials **Galvani Experiment** zur „tierischen Elektrizität“ und heutige Messmethoden	
Wie wird das Aktionspotential innerhalb eines Neurons weitergeleitet? • Elektrotonische und saltatorische Weiterleitung am Axon •	**vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).**		
Wie wird die Erregung zwischen Neuronen übertragen? • Aufbau und Funktion	**Erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung**	**Fließdiagramme**	

einer chemischen Synapse • Einfluss verschiedener Neurotransmitter und Nervengifte auf die Reizweiterleitung • Amplituden- und Frequenzmodulation und Verrechnungsprozesse bei der Erregungsweiterleitung	**und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1,UF3).** **Erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung molekularer Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2)** **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)**		
Wie ist das Nervensystem organisiert? • ZNS/PNS (Sympaticus und Parasympaticus) • Hormoneinfluss • Reiz-Reaktionsschema • Reflexe	Erklären die Rolle von Sympathicus und Parasympathicus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF 2, UF1) **dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf**		

	Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Vorwissens- und Verknüpfungstests
- Selbstevaluationsbogen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Synapsengifte)
- ggf. Klausur

LK: Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Teil 2 **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen, • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie ist das menschliche Auge aufgebaut? • Aufbau des Auges • Aufbau und Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung •	**erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4),**		
Wie entsteht aus dem Lichtreiz ein Bild im Gehirn? • Umwandlung des Lichtreizes am Rezeptor hier Stäbchen	**stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6,**		

	E1). **stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3)**		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke
- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Endorphine und Sport)
- ggf. Klausur

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

LK: Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?	
Inhaltsfeld: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen • Methoden der Neurobiologie (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 17 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

		• **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie funktioniert unser Gedächtnis? • Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).	**Lernumgebung** zum Thema „Gedächtnis und Lernen“ Diese enthält: • **Informationsblätter** zu Mehrspeichermodellen: a) Atkinson & Shiffrin (1971) b) Brandt (1997) c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetter-ord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html gestufte **Hilfen** mit Leitfragen zum Modellvergleich **Informationstexte** zu	An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden. Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von: • Stress • Schlaf bzw. Ruhephasen • Versprachlichung • Wiederholung von Inhalten Gemeinsamkeiten der Modelle (z.B. Grundprinzip: Enkodierung – Speicherung – Abruf) und Unterschiede (Rolle und Speicherung im Kurz- und Langzeitgedächtnis) werden herausgestellt. Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden herausgearbeitet. Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs „Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirn-

Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird? • Neuronale Plastizität	erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).	a) Mechanismen der neuronalen Plastizität b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter	rinde) Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden einander gegenübergestellt.
Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren? • PET • MRT, fMRT	stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).	**MRT** und **fMRT Bilder**, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. **Informationstexte**, **Bilder** und kurze **Filme** zu PET und fMRT	
Wie beeinflusst Stress unser Lernen? • Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis • Cortisol-Stoffwechsel		Ggf. **Exkursion** an eine Universität (Neurobiologische Abteilung) oder entsprechendes **Datenmaterial** **Informationstext** zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) **Kriterien** zur Erstellung von Merkblättern der SuS	Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleistungen in Ruhe und bei Störungen werden ausgewertet. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS) Konsequenzen für die Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.
Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es?	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	**Recherche** in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden. formale **Kriterien** zur Erstellung eines Flyers	Informationen und Abbildungen werden recherchiert. An dieser Stelle bietet es sich an, ein Lernprodukt in Form eines Informationsflyers zu erstellen. Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen beobachtet und reflektiert.

• Degenerative Erkrankungen des Gehirns		**Beobachtungsbögen** **Reflexionsgespräch**	
Wie wirken Neuroenhancer? • Neuro-Enhancement: - Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS	**dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).** **leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).**	**Arbeitsblätter** zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern **Partnerarbeit** **Kurzvorträge** mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt) **Unterrichtsgespräch** **Erfahrungsberichte** **Podiumsdiskussion** zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden? **Rollenkarten** mit Vertretern verschiedener Interessengruppen.	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke
- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- **KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“: „Handreichung für effizientes Lernen“**
- **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?)**

<u>Leistungsbewertung:</u>

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Endorphine und Sport)
- ggf. Klausur

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
9.) Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14.) Ein positives pädagogisches Klima im Unterricht wird angestrebt.

Fachliche Grundsätze:

15.) Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen obligatorischen Kompetenzen.

16.) Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
17.) Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
18.) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen, u. a. des selbstständigen Lernens.
19.) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
21.) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
22.) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
23.) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
24.) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
25.) Im Biologieunterricht wird eine nachhaltige Entwicklung von ethischer Urteilskompetenz und sozialen Kompetenzen im Umgang miteinander gefordert und gefördert.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar.

1. Rechtsgrundlagen: Fachspezifische Besonderheiten

Die Leistungsbewertung im Fach Biologie in der Sekundarstufe I bezieht sich auf konzeptbezogene Kompetenzen und prozessbezogene Kompetenzen.

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II basiert auf den gültigen Lehrplänen, schriftliche Leistungen und sonstige Mitarbeit werden, falls das Fach mit Klausuren belegt wurde, 50:50 gewertet.

2. Regelungen für den Beurteilungsbereich „Klassenarbeiten/Klausuren“

2.1 Sekundarstufe II

2.2.1 In der Sekundarstufe II werden bei Schriftlichkeit in den **Grundkursen** folgende Klausuren geschrieben:

Anzahl pro Halbjahr		Dauer	Wertung
EF	1 Klausur	90 Minuten	ca. 50%
Q1	2 Klausur	110 Minuten	50%
Q2	2 Klausuren	155 Minuten	50%
Q2.II	1 Klausur	225 Minuten	50%

Für den **Leistungskurs** gilt:

Q1	2 Klausuren	155 Minuten	50%

Q2.I	2 Klausuren	225 Minuten	50%
Q2.II	1 Klausur	270 Minuten	50%

2.2.2 Facharbeiten

Facharbeiten können im Fach Biologie geschrieben werden. Sie ersetzen die erste Klausur im zweiten Halbjahr eines schriftlich belegten Kurses der Q1.

3. Regelungen für den Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“

Besonders zu nennen ist hier die Planung, Durchführung, Beobachtung und Auswertung von Schülerversuchen. Des Weiteren die Aktivität bei schulexternen Exkursionen und die Kreativität bei der Erstellung von Modellen und anderen Präsentationen wie Poster und Referaten.

3.1 Fachspezifische Beurteilungskriterien im Bereich sonstiger Leistungen

Gespräche: Gesprächsregeln, Korrektheit, Verständnis, Ziel- und Ergebnisorientierung

Produkte: Kreativität und Ästhetik, kritische Bewertung, Eigenständigkeit, Korrektheit, Zugangsweise, Reduzierung, Materialbeschaffung

Gruppenarbeit: Initiative und Impulsgebung, Planung, Strukturierung, Arbeitsteilung, Kooperativität, Kommunikation, Weiterentwicklung, Integration in den Zusammenhang, Selbst- und Fremdreflexion

Individuelle Arbeit: Beachtung von Absprachen und Regeln, Zeitökonomie, Verantwortungsübernahme, Einsatz, Flexibilität und Sicherheit, Aufgeschlossenheit und Selbstständigkeit, Alternativen- und Problemfindung

Lernerfolgskontrollen: sachlich, begriffliche und sprachliche Korrektheit, Übersichtlichkeit und Verständlichkeit, Vollständigkeit, Eigenständigkeit

3.2 Indikatoren der fachspezifischen Beurteilungskriterien

Sehr gut: Die Leistung entspricht den Anforderungen in besonderem Maße.

Gut: Die Leistung entspricht voll den Anforderungen.

Befriedigend: Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.

Ausreichend: Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.

Mangelhaft: Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.

Ungenügend: Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.

3.3 Gewichtung der Teilleistungen im Bereich sonstiger Leistungen

Die sonstige Mitarbeit setzt sich zusammen aus: Mündlichen Beiträgen, Beiträgen im Rahmen eigenverantwortlichen Handelns, Gruppenarbeiten, individueller Arbeit, schriftlichen Beiträgen zum Unterricht, kurze schriftliche Übungen und Führung und Gestaltung der Arbeitsmappe. Die Entscheidung über die Gewichtung wird von der jeweiligen Fachlehrkraft getroffen. Sie muss zu Beginn des Unterrichts einer Klasse / einem Kurs mitgeteilt werden.

4. Notenbildung

a) Kontinuität der mündlichen Mitarbeit in Bezug auf Quantität und sach-licher, begrifflicher und fachsprachlicher Korrektheit

b) Bewertung von Einzelleistungen im Zusammenhang von Gruppenarbeiten, individueller Arbeit, experimentellen und darstellerischen Vorhaben, schriftlichen Beiträgen, Führung der Arbeitsmappe

c) Summe der schriftlichen Lernerfolgskontrollen

5. Fachspezifische Anlagen

Unter Unterrichtsbeiträgen versteht die Fachschaft Biologie im Einzelnen:

a) Mündliche Beiträge: z.B. Beiträge zum Unterrichtsgespräch, Kurzreferate

b) Beiträge des eigenverantwortlichen und schüleraktiven Handelns: z.B. fachgerechtes Durchführen von Experimenten, Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation

c) Gruppenarbeit: z.B. Planung, Strukturierung und Aufteilung der gemeinsamen Arbeit bei Experimenten, Poster, Referate

d) Phasen individueller Arbeit: z.B. Recherchen, Flexibilität und Sicherheit im Umgang mit Versuchsapparaturen

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schiller-Schule derzeit kein neues Schulbuch eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII orientiert.

3 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.