Schulinternes Curriculum
des St. Bernhard Gymnasiums

zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Biologie

Stand: Dezember 2017

Inhalt

Seite

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit 3

2 Entscheidungen zum Unterricht 6

2.1 Unterrichtsvorhaben 6
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben 8
2.1.2 Mögliche Konkretisierte Unterrichtsvorhaben 20
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 139
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 141
2.4 Lehr- und Lernmittel 144

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen 145

4 Qualitätssicherung und Evaluation 147

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Schule verfügt über drei modern ausgestattete Fachräume und einen Raum, der von allen Naturwissenschaften genutzt werden kann. Alle Räume sind mit Computer und Beamer ausgestattet. In demselben Gebäude befinden sich die Informatikräume, die im Vorfeld reserviert werden müssen.

In der Sammlung sind die notwendigen Materialien, wie zum Beispiel Lichtmikroskope, Binokulare, Fertigpräparate sowie die Grundausstattungen für experimentelles Arbeiten in ausreichender Menge vorhanden, so dass ein anschaulicher, die Eigenaktivität der Schüler in den Vordergrund stellender Biologieunterricht möglich ist.

Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich der in der Sammlung vorhandenen Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Eine Zusammenarbeit erfolgt mit der Fachgruppe Chemie.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehenen Biologieunterricht.

In der Jahrgangsstufe 8 sind MINT-Kurse eingeführt, die in der Regel von den Schülern so gewählt werden, dass 2 Kurse mit biologischem Schwerpunkt eingerichtet werden. Derzeit werden hierzu neue Konzepte erarbeitet.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich 110 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Kursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 - 3 Grundkurse und ein Leistungskurs gebildet werden.

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

Jahrgangsstufe 5	Biologie 2 Wochenstunden
Jahrgangsstufe 6	Biologie 2 Wochenstunden
Jahrgangsstufe 7	Kein Fachunterricht
Jahrgangsstufe 8	Biologie 2 Wochenstunden
Jahrgangsstufe 9	Biologie 2 Wochenstunden
Jahrgangsstufe 10 / EF	Biologie 3 Wochenstunden
Jahrgangsstufe 11 / Q1	Biologie 3/5 (GK/LK) Wochenstunden
Jahrgangsstufe 12 / Q2	Biologie 3/5 (GK/LK) Wochenstunden

Die Unterrichtstaktung der Schule folgt einem 90 Minuten-Raster.

Dies ermöglicht die Durchführung von Schülerexperimenten ebenso wie überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit der Schüler fördernde Unterrichtsformen, so dass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich gestützt wird.

Um die Qualität des Unterrichts nachhaltig zu entwickeln, reflektiert die Fachkonferenz zu Beginn jedes Schuljahrs die methoden- und unterrichtsbezogenen Entwicklungsziele. Es wird geprüft, ob die bisherigen Entwicklungsziele weiterhin gelten und ob Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente und Fördermaterialien ersetzt oder ergänzt werden sollen. Eine Ergebnisorientierung erfolgt am Ende des Schuljahres.

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 schaffen, um einen eigenen Standpunkt und verantwortliches Handeln zu fordern und zu fördern. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte soziale Verantwortung, Nachhaltigkeit, Verantwortung für Natur und Umwelt, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze sowie humanistische Werte.

Ein Leitgedanke des Schulkonzepts ist soziale Verantwortung; in diesem Rahmen gibt es eine Reihe von Initiativen und Vorgaben, die das Schulleben, aber auch den Unterricht in den verschiedenen Fächern kennzeichnen.

Die Fachschaft Biologie engagiert sich besonders für Aspekte der Nachhaltigkeit und Verantwortung für Leben, Natur und Umwelt.

Beispielhaft seien genannt:

- Gewässeruntersuchungen in Zusammenarbeit mit dem NABU, Kreis Viersen.
- Angebote zur Teilnahme an „Jugend forscht“.
- Möglichkeit der Teilnahme an der „Sommerakademie“ der Universität Düsseldorf.
- Berufswahlorientierung mit Schwerpunktsetzung im naturwissenschaftlichen Bereich im Rahmen allgemeiner Informationsveranstaltungen.
- Zur Zeit Teilnahme an der Science Olympiade der Universität Kiel.

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

<table>
<tr><th colspan="2">Einführungsphase</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Thema/Kontext: Einführung in die Zellbiologie – Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• UF1 Wiedergabe
• UF2 Auswahl
• K1 Dokumentation

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Bau der Zelle ◆ Mikroskopie ◆ präparatives Arbeiten

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

Thema/Kontext: Der Zellkern – Welche Bedeutung haben Nukleinsäuren für Zelle und Organismus?

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 ◆ Struktur der DNA

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Bau und Funktion von Biomembranen</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

Thema/Kontext: Enzymatik – Wie funktionieren Enzyme und welche Bedeutung haben sie im System Zelle?

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• E2 Wahrnehmung und Messung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Bau der Enzyme</td></tr>
</table>

◆ Stofftransport, Osmose & Diffusion **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten	◆ Kinetik enzymkatalysierter Reaktionen ◆ Hemmung enzymkatalysierter Reaktionen **Zeitbedarf**: ca. 17 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Energiestoffwechsel der Zelle – Woher stammt die Energie für die Lebensprozesse der Zelle? **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. 21 Std. à 45 Minuten	
Summe Einführungsphase: 90 Stunden	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Thema/Kontext: Klassische Genetik & Humangenetik – 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. 25 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• UF3 Systematisierung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• E6 Modelle

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Proteinbiosynthese ◆ Genregulation

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• UF1 Wiedergabe
• K3 Präsentation
• K4 Argumentation
• B3 Wert und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Gentechnologie ◆ Bioethik

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten</td><td><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)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Umweltfaktoren und ökologische Potenz</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><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</td><td><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</td></tr>
<tr><td><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</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 90 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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)

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

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. 20 Std. à 45 Minuten</td></tr>
</table>

<u>Unterrichtsvorhaben V:</u> **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	
<u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 60 Stunden</u>	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Thema/Kontext: Klassische Genetik & Humangenetik – 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. 25 Std. à 45 Minuten</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• UF3 Systematisierung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• E6 Modelle

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Proteinbiosynthese ◆ Genregulation

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
• UF1 Wiedergabe
• K3 Präsentation
• K4 Argumentation
• B3 Wert und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Gentechnologie ◆ Bioethik</td><td><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
• E7 Arbeits- und Denkweisen

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

Inhaltliche Schwerpunkte:
◆ Umweltfaktoren und ökologische Potenz</td></tr>
</table>

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten	**Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **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	*Unterrichtsvorhaben VI:* **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
Unterrichtsvorhaben VII: **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) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Fotosynthese **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben VIII:* **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**: ◆ Mensch und Ökosysteme

	Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 150 Stunden	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

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</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

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</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

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</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

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</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></td><td><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></td></tr>
</table>

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
Unterrichtsvorhaben VII: **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 Mögliche Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase:

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

- **Unterrichtsvorhaben I:** Einführung in die Zellbiologie – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Der Zellkern – W*elche Bedeutung haben Nukleinsäuren für Zelle und Organismus?*
- **Unterrichtvorhaben III:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung*?

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Bau der Zelle
- Biomembranen
- Stofftransport
- 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. 38 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Thema/Kontext: Einführung in die Zellbiologie – Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert??</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Bau der Zelle
Mikroskopie
präparatives Arbeiten
Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Zelltheorie – Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?
Zelltheorie
Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</td><td>stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).</td><td>z.B. Gruppenpuzzle
vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie
oder
Selbstlern-DVD: „Reise durch die Zelle“</td><td></td></tr>
<tr><td>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?
Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</td><td>beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).</td><td>elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D-Modelle zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</td><td>Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</td></tr>
<tr><td>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</td><td>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung</td><td>z.B. Stationenlernen zu Zellorganellen
Darin enthalten: alle einzuführenden Zellorganellen</td><td>Erkenntnisse werden dokumentiert.</td></tr>
</table>

• Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung	für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (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 fertigen und selbst erstellten Präparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Geweben
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe (Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe) <u>Leistungsbewertung:</u> • *multiple-choice*-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen • ggf. Teil einer Klausur			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben II:
Thema/Kontext: Der Zellkern – Welche Bedeutung haben Nukleinsäuren für Zelle und Organismus?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Funktion des Zellkerns
• Zellverdopplung
• Struktur der DNA

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?
• Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</td><td>benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).

werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).</td><td>Plakat oder andere Dokumentation zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg

Acetabularia-Experimente von Hämmerling

Experiment zum Kerntransfer bei Xenopus</td><td>Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.</td></tr>
<tr><td>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</td><td>begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie</td><td>Informationstexte und Abbildungen
Filme/Animationen zu zentralen Aspekten:
1. exakte Reproduktion</td><td>Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell</td></tr>
</table>

• Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) • Interphase	(UF1, UF4). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).	2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 3. Zellwachstum (Interphase)	übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.
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).	Modelle zur DNA Struktur und Replikation z.B.: http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF	Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe, schriftliche Leistungsüberprüfung zu Mitose und DNA Leistungsbewertung: • Feedbackbogen und angekündigte *multiple-choice*-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1) • ggf. Klausur			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Bau und Funktion von Biomembranen
• Stofftransport, Osmose & Diffusion

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?

• Plasmolyse</td><td>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</td><td>Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg

Zeitungsartikel z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken</td><td>Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten.

SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen</td></tr>
</table>

• Brownsche-Molekularbewegung • Diffusion • Osmose	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).	Experimente mit Zwiebelzelle, Schweineblut oder 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 Informationsblatt zu Anforderungen an ein Lernplakat (siehe LaBudde 2010) Checkliste zur Bewertung eines Lernplakats Arbeitsblatt mit Regeln zu einem sachlichen Feedback	geeignete 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. Ein Lernplakat zur Osmose wird kriteriengeleitet erstellt. Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.

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 wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser Informationsblätter: • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden • Modelle zu Phospholipiden in Wasser	Phänomen wird beschrieben. Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. 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	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).	Dokumentation der div. Biomembranmodelle: Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell Arbeitsblatt zur Arbeit mit Modellen	**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 und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten. Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.

- Sandwich-Modelle		Sandwich-Modellen z.B. als Partnerpuzzle: Arbeitsblatt 1: Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) Arbeitsblatt 2: Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)	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)	
- 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).	Experimente zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran Checkliste mit Kriterien für seriöse Quellen	Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden. Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).
optional:		Checkliste zur korrekten Angabe von Internetquellen	

- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden) - dynamisch strukturiertes Mosaikmodel (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts) • *Nature of Science* – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).	Internetrecherche zur Funktionsweise von Tracern Informationen zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Vereb et al (2003) Lernplakat (fertig gestellt) zu den Biomembranen	Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert. Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert. Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt. 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 mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ (Portfolio zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“) zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)			

Leistungsbewertung:

- **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)**
- ggf. Klausur

Einführungsphase:

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Enzymatik – *Wie funktionieren Enzyme und welche Bedeutung haben sie im System Zelle?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Energiestoffwechsel der Zelle – Woher stammt die Energie für die Lebensprozesse der Zelle?

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Bau der Enzyme
- Kinetik enzymkatalysierter Reaktionen
- Hemmung enzymkatalysierter Reaktionen
- 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. 38 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben IV:
Thema/Kontext: Enzymatik – Wie funktionieren Enzyme und welche Bedeutung haben sie im System Zelle?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Bau der Enzyme
• Kinetik enzymkatalysierter Reaktionen
• Hemmung enzymkatalysierter Reaktionen

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?
• Monosaccharid,
• Disaccharid
• Polysaccharid</td><td>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).</td><td>Informationstexte zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur

„Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens

Museumsgang

Beobachtungsbogen mit Kriterien für „gute Spickzettel“</td><td>Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.

Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS über „lo-net“ zur Verfügung gestellt werden.</td></tr>
</table>

Wie sind Proteine 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).	Modelle zum Proteinaufbau, z.B. AB zum Bau einer α-Helix 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 Hämoglobin veranschaulicht. Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.
Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel? • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Experimentelles Gruppenpuzzle: a) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe b) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft)	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen 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.

		Checklisten mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns.	Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert. SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt. 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, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle	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
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)	**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

		Modellexperimente, z.B. mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration	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 Endprodukthemmung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Gruppenarbeit Informationsmaterial zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) **Checkliste** mit Kriterien zur Modellkritik	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. 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	**(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.

	Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- *multiple choice* -Tests
- KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4)
- ggf. Klausur

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben V:
Thema/Kontext: Energiestoffwechsel der Zelle – Woher stammt die Energie für die Lebensprozesse der Zelle?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Dissimilation
• Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Zeitbedarf: ca. 21 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?

Systemebene: Organ und Gewebe
• Muskelaufbau

Systemebene: Zelle
• Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher</td><td>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 körperlichen Aktivitäten (K3, UF1).

überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von</td><td>Partnerpuzzle mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld

Bildkarten zu Muskeltypen und Sportarten

Informationsblatt</td><td>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.
Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet.</td></tr>
</table>

Systemebene: Molekül • Lactat-Test • Milchsäure-Gärung	verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).	Experimente mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)	Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.
Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität? • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin		Diagramme zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (z.B.: Temperatur, pH-Wert) Arbeitsblatt mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisierung	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 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 • Teilbilanzen • Gesamtbilanz der Atmung	präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3). erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).	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. Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.

• Vergleich mit Gärung	beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3). 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)	
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Ernährung und Fitness • Kapillarisierung • Mitochondrien *Systemebene: Molekül* • Glycogenspeicherung	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 (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und 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.
optionale Fortsetzung des Themas Energiestoffwechsel			
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	Informationstext zu Werten, Normen, Fakten Exemplarische Aussagen von Personen Informationstext zu EPO	Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert. Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden

– EPO – …	gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport	erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet. Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ zur Ermittlung der Entscheidungskompetenz (B2) und der Kriterienermittlungskompetenz (B1) mithilfe von Fallbeispielen** • ggf. Klausur.			

Grundkurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

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

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Unterrichtsvorhaben I: Klassische Genetik & Humangenetik – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Meiose und Rekombination
Analyse von Familienstammbäumen
Bioethik
Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
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.</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>Reaktivierung von EF-Vorwissen bezüglich der Rolle des Kerns in der Zelle</td><td>wiederholen die Funktion des Zellkerns, Zellteilung / Mitose und DNA-Struktur</td><td>Chromosomenmodelle, Animationen zum Thema Mitose</td><td>EF-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues (Meiose, sexuelle Fortpflanzung, Befruchtung) wird gegeben.</td></tr>
<tr><td>Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann?</td><td></td><td>z.B.: Selbstlernplattform von Mallig: http://www.mallig.eduvi-net.de/default.htm#kurs</td><td>Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.</td></tr>
</table>

• Meiose • Spermatogenese / Oogenese *Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt?* • inter- und intrachromosomale Rekombination	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neu-kombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)**.**	**Arbeitsblätter** z.B.: Animation der Meiose insbesondre im Vergleich zur Mitose z.B.: DVD Biologie heute S2	Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.
Wie lauten die Grundregeln der Vererbung von Merkmalen? Reaktivierung und Erweiterung von S1-Wissen	wiederholen die drei Regeln der Vererbung nach Mendel erweitern das Modells um die Chromosomentheorie der Vererbung	**Arbeitsblätter zu Kreuzungsschemata**	Die SuS führen Kreuzungsanalysen durch und erläutern diese mit angemessenem Fachvokabular
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.: - Cystische Fibrose - Muskeldystrophie	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).	**Checkliste** zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. vergl. Biologie heute S2 **Exemplarische Beispiele** von Familienstammbäumen	**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.

Duchenne - Chorea Huntington Genetische Beratung und Diagnostik	bewerten diagnostische Verfahren vor dem Hintergrund der genetischen Beratung		**Sensibilisierung hinsichtlich des Wertes des Lebens** (ethische Aspekte und gesellschaftliche Diskussion)
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 z.B.: Powerpoint-Präsentationen der SuS Dilemmamethode Gestufte Hilfen zu den verschiedenen Schritten der ethischen Urteilsfindung	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 Kriterien geleitet reflektiert. Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluation

Leistungsbewertung:

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben II:
Thema/Kontext: Molekulare Genetik – Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
molekulare Struktur von DNA & RNA
Proteinbiosynthese
DNA-Mutation und DNA-Reparatur
Genregulation
Epigenetik
Genbegriff
Krebs
Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
UF3 …biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
E4, 5, 6 …Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren. …Anschauungsmodelle entwickeln sowie mit Hilfe von theoretischen Modellen biologische Prozesse erklären bzw. vorhersagen.</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>DNA als Information der Erbinformation im historischen Kontext - Griffith & Avery

Welches sind die molekularen Eigenschaften der DNA?</td><td>…erschließen sich den Aufbau der DNA und vergleichen diesen mit der RNA</td><td>Arbeitsblätter zu historischen Experimenten

z.B.: Schülerversuch DNA-Fällung</td><td>Basiskonzept Struktur und Funktion wird am Beispiel der DNA aufgegriffen</td></tr>
</table>

Welches ist der tatsächliche Replikationsmechanismus unter den theoretisch denkbaren Mechanismen?	leiten mit Hilfe des Messelson-Stahl-Experiments den tatsächlichen Replikationsmechanismus ab.		„Schmelzen“ der Doppelhelixstruktur der DNA, kann in diesem Kontext behandelt und innerhalb der Evolution als molekularbiologische Methode wieder aufgegriffen werden.
Vom Gen zum Genprodukt – wie bestimmen Gene ein Merkmal? Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese - Transkription - Translation - mRNA - genetischer Code - Bau des Ribosoms - t-RNA	Experiment von Beadle & Tatum erschließen die Funktion von Genen, indem sie die Mechanismen der Transkription und Translation bei den Prokaryoten kennen lernen. wenden die Code-Sonne an. vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3)	Sichelzellanämie als Untersuchungsbeispiel z.B. Animation zur Arbeitsweise des Ribosoms (DVD Biologie heute S2) und Veranschaulichung mit zeitlicher Gliederung in Form eines Flussdiagrammes z.B. Experiment von Nirenberg & Matthaei zur Entwicklung der Codesonne z.B.: Animation zur Genexpression bei Eukaryoten (DVD Biologie heute S2)	Weiterentwicklung zur Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese Möglichkeit zur Modellkritik anhand der Funktion des Ribosoms (Diskussion der Zahl der Bindestellen)
Genmutation Chromosomenmutation	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes		

Genommutation Mutagene DNA-Reparatur	und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2) erklären die Auswirkungen verschiedener Gen- Chromosomen- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4) beschreiben DNA-Reparaturmechanismen am Beispiel der Excisionsreparatur	Beispiele für Mutagene sind zu benennen: physikalische, chemische	Möglichkeit zum Rückbezug auf die Humangenetik, Erklärung der bereits bekannten Krankheitsbilder auf molekularer Ebene. Ein möglicher Kontext ist die UV-induzierte DNA-Schädigung bzw. Reparatur in Zellen der menschlichen Haut. z.B. Mondscheinkinder, Sonnenschutz, Hautkrebs
Müssen alle Gene kontinuierlich exprimiert werden? Genregulation bei Prokaryoten Operon-Modell	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	Arbeitsmaterialien zu Experimenten zum Lac- und Trp-Operon (Substratinduktion und Endproduktrepression) werden durch die Schülerinnen und Schüler ausgewertet.	

	Fragestellungen genetischer Forschung (E3, E6)		
Gibt es alternative Mechanismen der Genregulation? Genregulation durch DNA-Methylierung und Acetylierung	erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).	Arbeitsmaterialien zu Experimenten mit Agouti-Mäusen oder Schildpatt-Katzen (Cornelsen Biosphäre Genetik S2)	
Warum müssen DNA-Replikation und Zellteilung einer strikten Kontrolle unterliegen? Krebs	erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).	z.B. SuS recherchieren anhand vorgegebener Materialien die Funktion von p53 und RAS in der Zellzykluskontrolle.	Das Herstellen eines Bezuges zur Mitose erscheint sinnvoll, da zur Vermeidung von Krebs ein Mechanismus zur effektiven Kontrolle der Zellteilung erforderlich ist. Die Mitose, welche den SuS aus der EF und Unterrichtsvorhaben I bekannt ist, sollte sinnvoll in den Zellzyklus eingeordnet werden.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • z.B. Selbstevaluation Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z.B. zu Proteinbiosynthese, Genregulation • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Methoden & Möglichkeiten der Gentechnik
• Bioethik

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF1 …ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben und erläutern.
• K3, 4 …biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen und biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
• B3, 4 …in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.
…Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften 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>Gibt es Vorbilder der Natur für Gentransfers?</td><td></td><td></td><td>Bakterien- und Virengenetik sind nicht verpflichtender Bestandteil des aktuellen KLP, trotzdem kann es</td></tr>
</table>

• Bakterien • Phagen • Viren			sinnvoll sein, diese Grundlagen vor den gentechnischen Methoden einzuführen. Der Umfang liegt im Ermessen des Fachlehrers.
Mit welchen Techniken wird aktuell in der Molekularbiologie gearbeitet? • PCR • Gelelektrophorese	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	z.B. Besuch eines Schülerlabor mit molekularbiologischem Praktikum	möglicher Kontext: genetischer Fingerabdruck in Kriminalistik und Vaterschaftstest
Mit welchen Techniken wird aktuell in der Gentechnik gearbeitet? • Möglichkeiten für Gentransfers • Sequenzierung von Nukleinsäuren und Proteinen • Arbeit mit Restriktionsenzymen • Plasmide & Vektoren • Möglichkeiten der Selektion (Markergene, Replikaplattierung, Verdünnungsreihen)	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für genetische Grundoperationen (UF1).	z.B. SuS recherchieren zu Elektroporation, Ca^{2+}-Schock, Lipofektion, Mikroinjektion, Partikelkanone, Viren, Bakterien etc. Übungen zu Restriktionsverdauung und Kartierung von Vektoren mittels Auftrennung der Fragmente durch Gelelektrophorese	Im Grundkurs sollte die Anzahl der Methoden begrenz sein. Inhaltlich sollte jede Methode auf das Grundprinzip beschränkt sein.
Welche Anwendungen gibt es bereits?	stellen mit Hilfe geeigneter Medien die Herstellung die Herstellung transgener		SuS sollen Anwendungen der Gentechnik aus Lebensbereichen

• transgene Bakterien • transgene Tiere • transgene Pflanzen	Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).	z.B.: Insulinproduktion mittels transgener *E. coli* z.B.: transgene GFP-Tiere (grün fluoreszierender Zebrafisch z.B.: BT-Mais, Amflora®-Kartoffel, „Antimatschtomate“	kennenlernen, z.B. Medizin, Landwirtschaft. Bei der Vorstellung transgener Bakterien, Tiere und Pflanzen empfiehlt sich eine arbeitsteilige Vorgehensweise, um den Zeitbedarf im Grundkurs zu begrenzen. Sind Grenzen des „Machbaren“ auch die Grenzen des „Vertretbaren“? Ethische und ökologische Gesichtspunkte sollten hier diskutiert werden.
Hochdurchsatztechniken verändern die Art zu Forschen • DNA-Chips	geben die Bedeutung von DNA-Chips an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3).		mögliche Kontexte: Der gläsernere Patient – Chance oder Risiko? Patentierbarkeit von Genen – sind die Interessen der Pharmaindustrie und der Krankenkassen auch die Interessen der Patienten?
Diagnose von Schülerkompetenzen: • z.B. Selbstevaluation Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z.B. zu PCR, Sequenzierung oder andere Techniken • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Grundkurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Erforschung der Photosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VIII:** 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
Biosphäre als System: terrestrische und aquatische Ökosysteme, Stoff- und Energieaustausch, Fotosynthese, Zellatmung, Fließgleichgewicht, Störung von Gleichgewichtszuständen und Nachhaltigkeit

Struktur und Funktion
Fotosysteme, Chlorophyll, Zellorganellen & Membranen, Angepasstheiten bei Pflanzen und Tieren, Strukturierung von Ökosystemen

Entwicklung
Entwicklungszyklen bei Individuen, Populationen und Ökosystemen, Räuber-Beute-Beziehungen, Sukzession

Zeitbedarf: ca. 75 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben IV:
Unterrichtsvorhaben IV: 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 und ökologische Potenz

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E1 Probleme im ökologischen Kontext erkennen und Fragestellungen formulieren
• E2 aus Daten Zusammenhänge ableiten und Messung durchführen
• E3 Hypothesen bilden die zu Erkenntnisgewinn führen
• E4 Untersuchungen und Experimente planen, durchführen und interpretieren
• E7 naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen an ausgewählten Beispielen anwenden</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>Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren?

• Wdh. grundlegender Fachbegriffe aus der Mittelstufe</td><td>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität von abiotischen Faktoren (UF3, UF4,E4)</td><td>Grundlegende Überlegungen sowie Klärung von Fachbegriffen
Übersichtschemata (Folien, digitaler Unterrichtassistent)</td><td>Abgrenzung von ökologischen Betrachtungsebenen (Autökologie-Synökologie-Populationsökologie)</td></tr>
</table>

• Abiotische Faktoren • Ökologische Potenz • Toleranz • Liebig‘sches Minimum und das Zusammenwirken mehrerer abiotischer Faktoren • Bioindikatoren	planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der variablen Kontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, 3, 4, 5; K4).	ABs (Klett): Leben mit wenig Wasser am Beispiel Kängururatte Temperaturorgel-Versuch ist im SV möglich (Materialien liegen vor, Gg & Ru). ABs (Cornelsen) zu Präferenz und Toleranz, mögliche Bsp.: Leben in Salz-, Brack- und Süßwasser	Beschreibung und Deutung von Messergebnissen; Anwendung und Intensivierung zur ökol. Potenz u. Präferenz (z.B. Salzwasser) Bioindikatoren (Zeigerarten) lassen sich auch innerhalb der Gewässergütebestimmung einführen
• Einfluss der Temperatur (Tiergeographische Regeln: Bergmann´sche und Allen´sche Regel) • zeitliche- rhythmische Änderungen des Lebensraumes	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7,K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, 5).	Energiehaushalt und Lebensweise verschiedener Tiere mit unterschiedlichen Thermiekonzepten zeitliche- rhythmische Änderungen können am Bsp. von Kurztag-/ Langtagpflanzen und tagneutralen Pflanzen behandelt werden	

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben V:
Unterrichtsvorhaben V: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Dynamik von Populationen

Zeitbedarf: 11 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben
• K4 biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren</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>Welche weiteren Faktoren beeinflussen Individuen?

• intraspezifische Konkurrenz
• interspezifische Konkurrenz
• Konkurrenzausschlussprinzip
• ökologische Nische
• Einnischung
• Koexistenz
• Stellenäquivalenz</td><td>erklären mithilfe des Modells der ökol. Nische die Koexistenz von Arten (E6,UF1,UF2).

leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose) mögliche Folgen für</td><td>Arbeitsteilige Methoden, z.B. Partnerarbeit mit Experten zu bestimmten Themenpaaren wie:
Intraspezifische/interspezifische Konkurrenz oder Symbiose/Parasitismus</td><td>Eine klare Abgrenzung der Begriffe ökologische Nische, Einnischung Koexistenz und Stellenäquivalenz ist zu gewährleisten.</td></tr>
</table>

• Symbiose • Parasitismus	die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).		
Wie beeinflussen sich die Populationen von Räuber und Beute? • Räuber-Beute-Beziehungen, Lotka-Volterra-Regeln • Koevolution • Schutzmechanismen • Effektivität bei Räubern	untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simmulationen 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).	Arbeitsmaterialien mit Messwerten zu Räuber-Beutebeziehungen nach Lotka-Volterra-Regeln sind zu interpretieren.	Der modellhafte Charakter der Lotka-Volterra-Regeln ist hervor zu heben, Abweichungen sind zu diskutieren. Bezug zur Evolution ist herzustellen, da Abituraufgaben zukünftig stark Themenübergreifend sind.
Welche Faktoren beeinflussen das Wachstum von Populationen? • Wachstum einer Population (exponentiell und logistisch) • K- und r- Strategen • Regulation der Populationsdichte	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1). untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, 2, 4).	Material: z.B. Die ökologische Nische der Geier und ihre Fortpflanzeungsstrategie – cornelsen, Film Geier der Pyrenäen (Ru)	Wachstum von Populationen ist mit Software simulierbar, z.B. SimPop (Schroedel, Grüne Reihe).

	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, 2, 3; 4; K4).		

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VI:
Unterrichtsvorhaben VI: Synökologie II – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Stoffkreislauf und Energiefluss

Zeitbedarf: 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• 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 möglich Lösungen 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>In welche systematische Gliederung lassen sich Ökosysteme unterteilen?

• Funktionaler Aufbau eines Ökosystems
• Nahrungskette/-netz
• Trophieebenen
• Rolle der Destruenten</td><td>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, 3).</td><td>SuS sollten diese Gliederung auf verschiedene Ökosysteme anwenden können und dies an mehreren Beispielen üben.
z.B. Süßwasser, Salzwasser, Moor, Wald, Wüste, Wiese…</td><td>Die Gliederung eines Ökosystems ist allgemeingültig zu formulieren, sodass Schüler die erforderlichen Fachbegriffe auf alle denkbaren Ökosysteme anwenden kann. Die bisherige Beschränkung auf aquatische Ökosysteme entfällt.</td></tr>
</table>

Welches sind die globalen Stoffkreisläufe im Ökosystem Erde? • Stickstoffkreislauf • Kohlenstoffkreislauf	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe.	Industrielle Landwirtschaft ist ein möglicher Kontext für den Stickstoffkreislauf. Klimawandel oder Abholzung sind ein möglicher Kontext für den Stickstoffkreislauf.	Abiturvorgaben für den jeweiligen Jahrgang sind hier zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, einen Kreislauf schwerpunktmäßig zu behandeln und den anderen lediglich in Grundzügen. Starker Bezug zu: Nachhaltigkeit in Unterrichtsvorhaben VIII, Abstimmung notwendig.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VII:
Unterrichtsvorhaben VII: Erforschung der Fotosynthese – Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Fotosynthese

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E1 Probleme im ökologischen Kontext erkennen und Fragestellungen formulieren
• E2 aus Daten Zusammenhänge ableiten und Messung durchführen
• E3 Hypothesen bilden die zu Erkenntnisgewinn führen
• E4 Untersuchungen und Experimente planen, durchführen und interpretieren
• E5 Messergebnisse qualitativ und quantitativ analysieren, auswerten und Ergebnisse verallgemeinern
• E7 naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen an ausgewählten Beispielen anwenden</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>Von welchen abiotische Faktoren ist die Fotosyntheseaktivität abhängig?

• abiotische Faktoren</td><td>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen Faktoren (E5)</td><td>Auswertung gegebener Versuche/Demoexperimente
SV: Experimente mit Elodea can. mit Licht und/oder Temperatur, Stärkenachweis</td><td>Kontextbeispiel: Treibhauskultur von Nutzpflanzen, CO_2-Düngung im Aquarium</td></tr>
</table>

• Sonnen- und Schattenblatt im Vergleich	leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zugrunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, 3; UF2, 4)		
Welche strukturellen und biochemischen Voraussetzungen erfordert die Fotosynthese? • Wiederholung des Aufbaus des Blattes und der Pflanzenzelle • Chloroplasten und ihr Aufbau • Thylakoidmembran	beschreiben den Blattaufbau und die entsprechenden Funktionen der Bestandteile	Analyse mikroskopischer Aufnahmen (Fertigpräparate oder im SV angefertigte Frischpräparate)	Vorkenntnisse aus Mittelstufe (ggf. Diff.-Kurse) können hier möglicherweise genutzt werden.
Welche Reaktionen laufen auf biochemischer Ebene ab? • Fotosysteme & Chlorophyll • Spektren des Chlorophylls • Lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktion • ATP-Synthese • Assimilation und Dissimilation	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, 3) erläutern mit Hilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den	online-Animationen Schroedel-Verlag (vergl. online-Schlüssel im Lehrbuch)	

	Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).		
Passt sich Fotosynthese verschiedenen Lebensräumen an? • Vergleich C3-, C4- und CAM-Pflanzen • Transpiration	ermitteln die organisch/strukturellen Anpassungsleistungen der Pflanze an ihren Standort und leiten daraus die stoffwechselseitigen Anpassungen ab	Erarbeitung über ABs, ggf. tabellarischer Vergleich	Anpassungsleistungen müssen sich nicht immer auf morphologischer Ebene zeigen, auch stoffwechselspezifische Anpassungen können auftreten.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VIII:
Unterrichtsvorhaben VIII: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Mensch und Ökosysteme

Zeitbedarf: 15 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF2 biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.
• K4 biologische aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
• B2 in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen.</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>• Neobiota (Neozoen, Neophyten)
• Vektoren (Ausbreitungswege)
• Folgen für die Biodiversität</td><td>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, 4).</td><td>z.B. Amerikanischer Flusskrebs im Rhein, Waschbär in NRW, asiatische Marienkäfer in Mitteleuropa, Guppy-Population in der Erft, chinesische Wollhandkrabbe</td><td>Rückbezug auf Nahrungskette/Nahrungsnetz bietet sich an um Folgen für Biodiversiät und Stabilität von Ökosystemen zu diskutieren.</td></tr>
</table>

• Widerspruch zwischen ökonomischen und ökologischen Interessen	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, 3).	Mögliche Kontexte sind z.B. Flächenverbrauch, Zersiedelung und Bedeutung zusammenhängender Naturschutzgebiete oder Klimawandel	Falls Klimawandel behandelt wird, bietet sich die Einbeziehung der Stoffkreisläufe an.
• Nachhaltige Entwicklung	entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, 3).	Mögliche Kontexte sind z.B. persönlicher Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch moderner Unterhaltungselektronik, ökologische Fußabdruck des Menschen, Ressourcenverbrauch Fastfood	Die Schwierigkeit besteht darin, das eigene Konsumverhalten in direkten Zusammenhang mit den aufgezeigten Problemen zu stellen.

Grundkurs – Q 2:

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Grundlagen evolutiver Veränderung
• Art und Artbildung
• Stammbäume (Teil 1)
• Vorbereitung der Facharbeit

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
• UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
• SW12 und SW13 gemäß Medienkonzept</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
• Obligatorische Inhalte
• [fakultative Inhalte]
• <u>zusätzliche Inhalte im LK</u></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>Vorbereitung der Facharbeit
• Gliederung einer naturwissenschaftlichen Arbeit
• Umsetzung in MS WORD
• Inhaltsverzeichnisse und Literaturverzeichnisse in MS Word
• korrektes Zitieren in naturwissenschaftlichen Texten</td><td>erstellen Automatisch generierte Verzeichnisse mit einer Textverarbeitung.

zitieren geeignete Quellen in Rahmen einer selbstständig erstellten naturwissenschaftlichen Arbeit.</td><td>Praktische Übungen im Computerraum,

konkrete Beispiele im eigenen Dokument

Übungen als HA in EZ</td><td>Der genaue Zeitpunkt sowie der fachliche Kontext bleibt dem Fachlehrer überlassen.</td></tr>
</table>

Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen? ○ Belege aus der Paläontologie (S. 380-383), Biogeographie (S.386/387), Entwicklungsbiologie (S. 388/389), Morphologie und Anatomie (S. 378/379) sowie Molekularbiologie (S. 392/393) ○ Datierungsmethode (S. 383/385) ○ Homologiekriterien (S.378/379)	SW12, 13 ... erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Daten (E2, E5). ... deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organsimen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklung (E5, UF3). ... stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). ... analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6) *... beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von*	Arbeitsgleiche Gruppenarbeit **Texte und Abbildungen** zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: ○ Abbildungen von Fossilfunden ○ DNA- DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA- Sequenzanalysen, etc. **Materialien** zu Atavismen, Rudimenten und biogenetischen Grundregen (u.a. auch Homöobox-Gene)	

	phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).		
Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutionären Wandel? ○ Genetische Variabilität – Grundlagen evolutionären Wandels (S. 398/399) ○ Populationsgenetik (S. 400) ○ Gendrift (S. 401) ○ Konkurrenz um Ressourcen	... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). ... erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1). ... belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus der Gendatenbank) (E2, E5). *... bestimmen und modellieren mithilfe des HARDY-WEINBERG-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).*	**Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen an Beispielen (z.B. Hainschnirkelschnecke) *Computerprogramm zur **Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes** (z.B. http://www.quirinus-gymnasium.de/hardy/hardyweinberg.php?id=0)*	An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsteilig und binnendifferenziert gearbeitet.

Was ist der zentrale Mechanismus der Evolution? ○ Natürliche Selektion – Grundlagen biologischer Angepasstheit (S. 404/405) ○ Kosten-Nutzen-Analyse (ab S. 408)	... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). ... erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).	**Simulationsspiel** zu Selektion und Angepasstheit	
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? ○ Artbegriff (S. 420) ○ Isolationsmechanismen (S.420/421) ○ Formen der Artbildung (S. 422/423)	... beschreiben die Einordung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). ... erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).	**Dokumentarfilm** zu „Sonja fragen“	
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? ○ Adaptive Radiation (S. 424/425)	... stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4). *... beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität*	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken, Beuteltiere“	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.

	Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).		
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? ○ Coevolution (S.427) ○ Selektion und Anpassung (S. 427) ○ Kosten-Nutzen-Analyse (ab S. 408)	... wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2). ... belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). ... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Realobjekt**: z.B. Ameisenpflanze → Zentralabitur → Filmanalyse: BBC Dokumentation „Life“ (DVD Ruwiedel) **Texte** und **Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse **Lerntheke** zum Thema „Schutz von Beutegreifern“	
Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? ○ DARWIN, LAMARCK (S. 372/373) ○ Synthetische Evolutionstheorie (S 374) ○ *Kreationismus (S.375)*	*... stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).*	**Referate** zur historischen Entstehung der Evolutionstheorie (DARWIN und LARMARCK) **Strukturlegetechnik** zur synthetischen Evolutionstheorie	Thema kann flexibel an eine andere Stelle in der Unterrichtsreihe gesetzt werden.

	... stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4). *... grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung der Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).*	**Filmanalyse** „Adam, Eva und die Evolution“	
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur			

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben II:
Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Evolution und Verhalten

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
• Obligatorische Inhalte
• [fakultative Inhalte]
• zusätzliche Inhalte im LK</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>[Elterliches Investment / Altruismus]</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?
o Evolution der Sexualität (S.412/413)
o Sexuelle Selektion (S.412/413)</td><td>... analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</td><td>Bilder von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen

Informationstexte z.B.
– zu Beispielen aus dem Tierreich und
– zu ultimaten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie)

Ggf. Powerpoint-Präsentationen</td><td>Phänomen: Sexualdimorphismus</td></tr>
</table>

Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme? ○ Paarungssysteme (S. 414/415) ○ Habitatwahl (S. 416)	... analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans **Graphiken / Soziogramme** gestufte **Hilfen** zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen **Präsentationen**	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur			

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Evolution des Menschen
• Stammbäume (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
• Obligatorische Inhalte
• [fakultative Inhalte]
• <u>zusätzliche Inhalte im LK</u></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>Wie entstand der heutige Mensch?
• Der Mensch und seine nächsten Verwandten (S. 428/429)</td><td>... ordnen den modernen Menschen Kriterien geleitet den Primaten zu (UF3).

... entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- morphologischen und molekularen</td><td>Quellen aus Fachzeitschriften

verschiedene Entwürfe von Stammbäumen der Primaten basierend auf anatomisch- morphologischen Belegen

DNA-Sequenzanalysen verschiedener Primaten</td><td>Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert.
Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.</td></tr>
</table>

	Homologien (E3, E5, K1, K4). ... stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).		
Wie erfolgt die Evolution des Menschen und seine geographische Ausbreitung? • Stammesgeschichte des Menschen (S. 430/431) • Herkunft und Vielfalt des modernen Menschen (S. 432/433)	... diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	z.B. **Gruppenpuzzle** oder **Referate** zu den wichtigsten Vertretern der Hominisation Vergleichende Untersuchung fossiler und rezenter Menschen bzw. Menschenaffenschädel *Besuch des **Neanderthal-Museum** (z.B. Workshop „Abguss-Sammlung“)*	Erarbeitung von Gemeinsamkeiten und Unterschiede früherer Hominiden. Zusammenfassung der Hominidenevolution anhand von Weltkarten, Stammbäumen, ...
Wie viel Neandertaler steckt in uns? • Die Stellung des Neandertalers – eine wissenschaftliche Kontroverse (S. 434/435)	... diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch) *Besuch des **Neanderthal-Museum** (z.B. Fachführung „Humanevolution“)*	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.

	... entwickeln und erläutern Hypothesen zur phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).		
Gibt es „Menschenrassen“? • Menschliche Rassen – gestern und heute	... 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).	**Texte** zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch des Rassebegriffs. **Podiumsdiskussion**	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur			

Grundkurs – Q 2:

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **Unterrichtsvorhaben V:** Bau und Funktion von Nervenzellen – *Wie funktionieren Nervenzellen auf molekularer Ebene?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Sinneswahrnehmung – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Organisation und Leistungen von Nervensystem und Gehirn – *Welche Leistungen vollbringt das Gehirn und von welchen Faktoren ist des abhängig?*

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben V:
Thema/Kontext: Bau und Funktion von Nervenzellen – Wie funktionieren Nervenzellen auf molekularer Ebene?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Neurobiologie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Aufbau und Funktion von Neuronen
• Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Nervenzellen – hochspezialisierte Bausteine des Nervensystems

• Neuronen, Aufbau im Detail</td><td>Die Schülerinnen und Schüler…
beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</td><td>Modell der Sammlung,
Mikroskopische Bilder

Animation</td><td></td></tr>
</table>

• Zelltypen (Astrozyten, Oligodedrozyten, Schwann-Zellen und Myelinisierung	vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem As-pekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)	z.B.: Film Netzwerk Nerven – SWR Planet Wissen	
Das Ruhepotential • Aufbau Nervenzellmembran und Ionen-Kanäle/-Pumpen			
Das Aktionspotential • Versuch zur Messung mit Patch Clamp Methode	erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2),		

	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Io-nenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)		
Synapse • Erregungsübertragung • Synapsengifte • …Einsatz in der Medizin oder Missbrauch als Droge Verrechnung von Signalen	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) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3) leiten Wirkungen von endo- und exogenen		Bei Synapsengiften bietet sich der Transfer zur Evolution an. Gifte bei Pflanzen und Tieren… liefern Kontexte für mögl. Coevolutionsaufgaben. Möglicher Kontext: Sucht und Drogen – Abhängigkeit auf molekularer Ebene oder Ritalin – Wunderdroge im Schulaltag?

	Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- 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?)**

Leistungsbewertung:

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Drogen, Narkosemittel)
- ggf. Klausur

Unterrichtsvorhaben VI: **Thema/Kontext:** Sinneswahrnehmung – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahnehmung **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E6** Modelle • **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**
Sinneszelle & Sinnesorgan • Primäre Sinneszellen • Sekundäre Sinneszellen • adäquater Reiz • Rolle des second messengers cAMP	stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen an-hand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).		
Beispielhaftes Sinnesorgan Auge		mögliches Schülerexperiment: Präparation	

• Bau des Auges • Bau der Netzhaut • Stäbchen • Zapfen Fototransduktion inkl. molekularer Grundlagen	erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrneh-mung (UF3, UF4)	z.B.: der Netzhaut, der Linse	
Informationsverarbeitung in der Netzhaut • Kontrastverstärkung durch laterale Inhibition	stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Er-regung von Sinneszel-len bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrneh-mung im Gehirn unter Verwendung fachspe-zifischer Darstellungs-formen in Grundzügen dar (K1, K3)	Demonstration diverser optischer Täuschungen, welche durch die Art der Informationsverarbeitung in der Netzhaut erklärbar werden	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“: „Protokoll einer Präparation“ <u>Leistungsbewertung:</u> • angekündigte Kurztests			

- Transferaufgabe zu anderen Sinnesorganen bzw. deren spez. Sinneszellen
- ggf. Klausur

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VII:
Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Neurobiologie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Plastizität und Lernen
• Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Wie funktioniert unser Gedächtnis?

• Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem

• Bau des Gehirns</td><td>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</td><td>Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“
Diese enthält:
• Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen:
a) Atkinson & Shiffrin (1971)</td><td>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:</td></tr>
</table>

• Hirnfunktionen		b) Brandt (1997) c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html gestufte **Hilfen** mit Leitfragen zum Modellvergleich	• 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.
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).	**Informationstexte** zu a) Mechanismen der neuronalen Plastizität b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter	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 Großhirnrinde) 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)	**MRT** und **fMRT Bilder**, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. **Informationstexte**, **Bilder** und kurze **Filme** zu PET und fMRT	

	gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).		
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? • 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 **Beobachtungsbögen** **Reflexionsgespräch**	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.
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	**Arbeitsblätter** zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern **Partnerarbeit**	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen

	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).	**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.	Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- 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?)**

Leistungsbewertung:

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

Leistungskurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

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

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Thema/Kontext: Unterrichtsvorhaben I: Klassische Genetik & Humangenetik – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Meiose und Rekombination
Analyse von Familienstammbäumen
Bioethik
Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
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.</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>Reaktivierung von EF-Vorwissen bezüglich der Rolle des Kerns in der Zelle</td><td>wiederholen die Funktion des Zellkerns, Zellteilung / Mitose und DNA-Struktur</td><td>Chromosomenmodelle, Animationen zum Thema Mitose</td><td>EF-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues (Meiose, sexuelle Fortpflanzung, Befruchtung) wird gegeben.</td></tr>
<tr><td>Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann?</td><td></td><td>z.B.: Selbstlernplattform von Mallig: http://www.mallig.eduvi-net.de/default.htm#kurs</td><td>Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.</td></tr>
</table>

• Meiose • Spermatogenese / Oogenese *Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt?* • inter- und intrachromosomale Rekombination	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neu-kombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)**.**	**Arbeitsblätter** z.B.: Animation der Meiose insbesondre im Vergleich zur Mitose z.B.: DVD Biologie heute S2	Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.
Wie lauten die Grundregeln der Vererbung von Merkmalen? Reaktivierung und Erweiterung von S1-Wissen	wiederholen die drei Regeln der Vererbung nach Mendel erweitern das Modells um die Chromosomentheorie der Vererbung	**Arbeitsblätter zu Kreuzungsschemata**	Die SuS führen Kreuzungsanalysen durch und erläutern diese mit angemessenem Fachvokabular
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.: - Cystische Fibrose - Muskeldystrophie	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).	**Checkliste** zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. vergl. Biologie heute S2 **Exemplarische Beispiele** von Familienstammbäumen	**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.

Duchenne - Chorea Huntington Genetische Beratung und Diagnostik	führen Dreifaktoranalysen gekoppelter Gene durch und wenden so die die Kopplung von Genen, und das Phänomen des Crossing-overs an. bewerten diagnostische Verfahren vor dem Hintergrund der genetischen Beratung recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen. (K2, K1, K3, K4)		**Sensibilisierung hinsichtlich des Wertes des Lebens** (ethische Aspekte und gesellschaftliche Diskussion)

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 z.B.: Powerpoint-Präsentationen der SuS Dilemmamethode Gestufte Hilfen zu den verschiedenen Schritten der ethischen Urteilsfindung	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 Kriterien geleitet reflektiert. Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluation, mindestens einmal innerhalb der Unterrichtsvorhaben I bis III Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z.B. zu Meiose, Stammbaumanalyse • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben II:
Thema/Kontext: Molekulare Genetik – Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
molekulare Struktur von DNA & RNA
Proteinbiosynthese
DNA-Mutation und DNA-Reparatur
Genregulation
Epigenetik
Genbegriff
Krebs
Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
UF3 …biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
E4, 5, 6 …Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren. …Anschauungsmodelle entwickeln sowie mit Hilfe von theoretischen Modellen biologische Prozesse erklären bzw. vorhersagen.</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>DNA als Information der Erbinformation im historischen Kontext - Griffith & Avery

Welches sind die molekularen Eigenschaften der DNA?</td><td>…erschließen sich den Aufbau der DNA und vergleichen diesen mit der RNA</td><td>Arbeitsblätter zu historischen Experimenten

z.B.: Schülerversuch DNA-Fällung</td><td>Basiskonzept Struktur und Funktion wird am Beispiel der DNA aufgegriffen</td></tr>
</table>

Welches ist der tatsächliche Replikationsmechanismus unter den theoretisch denkbaren Mechanismen?	leiten mit Hilfe des Messelson-Stahl-Experiments den tatsächlichen Replikationsmechanismus ab.		„Schmelzen“ der Doppelhelixstruktur der DNA, kann in diesem Kontext behandelt und innerhalb der Evolution als molekularbiologische Methode wieder aufgegriffen werden.
Vom Gen zum Genprodukt – wie bestimmen Gene ein Merkmal? Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese - Transkription - Translation - mRNA - genetischer Code - Bau des Ribosoms - t-RNA	Experiment von Beadle & Tatum erschließen die Funktion von Genen, indem sie die Mechanismen der Transkription und Translation bei den Prokaryoten kennen lernen. wenden die Code-Sonne an. benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur	Sichelzellanämie als Untersuchungsbeispiel z.B. Animation zur Arbeitsweise des Ribosoms (DVD Biologie heute S2) und Veranschaulichung mit zeitlicher Gliederung in Form eines Flussdiagrammes z.B. Experiment von Nirenberg & Matthaei zur Entwicklung der Codesonne	Weiterentwicklung zur Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese Möglichkeit zur Modellkritik anhand der Funktion des Ribosoms (Diskussion der Zahl der Bindestellen)

	Entwicklung der Code-sonne (E1, E3, E4) vergleichen die molekular-biologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3)	z.B.: Animation zur Genexpression bei Eukaryoten (DVD Biologie heute S2)	
Genmutation Chromosomenmutation Genommutation Mutagene DNA-Reparatur	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationsty-pen (UF1, UF2) erklären die Auswirkungen verschiedener Gen- Chro-mosomen- und Genom-mutationen auf den Phä-notyp (u.a. unter Berück-sichtigung von Genwirk-ketten) (UF1, UF4) beschreiben DNA-Repara-turmechanismen am Bei-spiel der Excisionsrepara-tur	Beispiele für Mutagene sind zu be-nennen: physikalische, chemische	Möglichkeit zum Rückbezug auf die Humangenetik, Erklärung der bereits bekannten Krankheitsbilder auf mo-lekularer Ebene. Ein möglicher Kontext ist die UV-in-duzierte DNA-Schädigung bzw. Re-paratur in Zellen der menschlichen Haut. z.B. Mondscheinkinder, Son-nenschutz, Hautkrebs
Müssen alle Gene kontinuierlich exprimiert werden?	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf	Arbeitsmaterialien zu Experimen-ten zum Lac- und Trp-Operon	

Genregulation bei Prokaryoten Operon-Modell	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 (E3, E6)	(Substratinduktion und Endproduktrepression) werden durch die Schülerinnen und Schüler ausgewertet.	
Genregulation bei Eukaryoten	erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6) erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)		Vergleichende Gegenüberstellung der Unterschiede in der Genregulation von Pro- und Eukaryoten.
Welche Rolle spielt der wissenschaftliche Fortschritt beim Aufstellen und Modifizieren von Hypothese und biologischen Erkenntnissen?	reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7).	SuS erstellen z.B. eine historische Zeitleiste mit Differenzierung des Genbegriffes (vergl. „Grüne Reihe“ - Schroedel)	Verweis auf Evolution (Stammbaumrekonstruktionen)
Gibt es alternative Mechanismen der Genregulation?	erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und	Arbeitsmaterialien zu Experimenten mit Agouti-Mäusen oder Schildpatt-Katzen (Cornelsen Biosphäre Genetik S2)	

Genregulation durch DNA-Methylierung und Acetylierung RNA-Interferenz	leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6). erläutern RNA-Interferenz von miRNA mit einer mRNA als Möglichkeit zur Genregulation durch RNA		Alternativ könnte RNA-Interferenz auch in Unterrichtsvorhaben III als gentechnische Methode zur Herstellung von Knockout-Organismen mit Hilfe von siRNA behandelt werden.
Warum müssen DNA-Replikation und Zellteilung einer strikten Kontrolle unterliegen? Krebs	erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).	z.B. SuS recherchieren anhand vorgegebener Materialien die Funktion von p53 und RAS in der Zellzykluskontrolle.	Das Herstellen eines Bezuges zur Mitose erscheint sinnvoll, da zur Vermeidung von Krebs ein Mechanismus zur effektiven Kontrolle der Zellteilung erforderlich ist. Die Mitose, welche den SuS aus der EF und Unterrichtsvorhaben I bekannt ist, sollte sinnvoll in den Zellzyklus eingeordnet werden.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • z.B. Selbstevaluation Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z.B. zu Proteinbiosynthese, Genregulation • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Methoden & Möglichkeiten der Gentechnik
• Bioethik

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF1 …ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben und erläutern.
• K3, 4 …biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Er-kenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen und biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
• B3, 4 …in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.
• …Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften 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>Gibt es Vorbilder der Natur für Gentransfers?

• Bakterien</td><td></td><td></td><td>Bakterien- und Virengenetik sind nicht verpflichtender Bestandteil des aktuellen KLP, trotzdem kann es sinnvoll sein, diese Grundlagen vor</td></tr>
</table>

• Phagen • Viren			den gentechnischen Methoden einzuführen. Der Umfang liegt im Ermessen des Fachlehrers.
Mit welchen Techniken wird aktuell in der Molekularbiologie gearbeitet? • PCR • Gelelektrophorese	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	z.B. Besuch eines Schülerlabor mit molekularbiologischem Praktikum	möglicher Kontext: genetischer Fingerabdruck in Kriminalistik und Vaterschaftstest
Mit welchen Techniken wird aktuell in der Gentechnik gearbeitet? • Möglichkeiten für Gentransfers • Sequenzierung von Nukleinsäuren und Proteinen • Arbeit mit Restriktionsenzymen • Plasmide & Vektoren • Möglichkeiten der Selektion (Markergene, Replikaplattierung, Verdünnungsreihen)	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für genetische Grundoperationen (UF1).	z.B. SuS recherchieren zu Elektroporation, Ca^{2+}-Schock, Lipofektion, Mikroinjektion, Partikelkanone, Viren, Bakterien etc. Übungen zu Restriktionsverdauung und Kartierung von Vektoren mittels Auftrennung der Fragmente durch Gelelektrophorese	
Welche Anwendungen gibt es bereits? • transgene Bakterien • transgene Tiere	stellen mit Hilfe geeigneter Medien die Herstellung die Herstellung transgener Lebewesen dar und	z.B.: Insulinproduktion mittels transgener *E. coli*	SuS sollen Anwendungen der Gentechnik aus Lebensbereichen kennenlernen, z.B. Medizin, Landwirtschaft

• transgene Pflanzen	diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).	z.B.: transgene GFP-Tiere (grün fluoreszierender Zebrafisch z.B.: BT-Mais, Amflora®-Kartoffel, „Antimatschtomate“	Sind Grenzen des „Machbaren“ auch die Grenzen des „Vertretbaren“? Ethische und ökologische Gesichtspunkte sollten hier diskutiert werden.
Hochdurchsatztechniken verändern die Art zu Forschen • DNA-Chips • Hochdurchsatzsequenzierung	geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatzsequenzierung und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3). beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).		mögliche Kontexte: Der gläsernere Patient – Chance oder Risiko? Patentierbarkeit von Genen – sind die Interessen der Pharmaindustrie und der Krankenkassen auch die Interessen der Patienten?
Diagnose von Schülerkompetenzen: • z.B. Selbstevaluation Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z.B. zu PCR, Sequenzierung oder andere Techniken • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Leistungskurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Erforschung der Photosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VIII:** 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
Biosphäre als System: terrestrische und aquatische Ökosysteme, Stoff- und Energieaustausch, Fotosynthese, Zellatmung, Fließgleichgewicht, Störung von Gleichgewichtszuständen und Nachhaltigkeit

Struktur und Funktion
Fotosysteme, Chlorophyll, Zellorganellen & Membranen, Angepasstheiten bei Pflanzen und Tieren, Strukturierung von Ökosystemen

Entwicklung
Entwicklungszyklen bei Individuen, Populationen und Ökosystemen, Räuber-Beute-Beziehungen, Sukzession

Zeitbedarf: ca. 75 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben IV:
Unterrichtsvorhaben IV: 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 und ökologische Potenz

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E1 Probleme im ökologischen Kontext erkennen und Fragestellungen formulieren
• E2 aus Daten Zusammenhänge ableiten und Messung durchführen
• E3 Hypothesen bilden die zu Erkenntnisgewinn führen
• E4 Untersuchungen und Experimente planen, durchführen und interpretieren
• E7 naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen an ausgewählten Beispielen anwenden</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>Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren?

• Wdh. grundlegender Fachbegriffe aus der Mittelstufe</td><td>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität von abiotischen Faktoren (UF3,UF4,E4)</td><td>Grundlegende Überlegungen sowie Klärung von Fachbegriffen
Übersichtschemata (Folien, digitaler Unterrichtassistent)</td><td>Abgrenzung von ökologischen Betrachtungsebenen (Autökologie-Synökologie-Populationsökologie)</td></tr>
</table>

• Abiotische Faktoren • Ökologische Potenz • Toleranz • Liebig‘sches Minimum und das Zusammenwirken mehrerer abiotischer Faktoren • Bioindikatoren	planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der variablen Kontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, 3, 4, 5; K4).	ABs (Klett): Leben mit wenig Wasser am Beispiel Kängururatte Temperaturorgel-Versuch ist im SV möglich (Materialien liegen vor, Gg & Ru). ABs (Cornelsen) zu Präferenz und Toleranz, mögliche Bsp.: Leben in Salz-, Brack- und Süßwasser	Beschreibung und Deutung von Messergebnissen; Anwendung und Intensivierung zur ökol. Potenz u. Präferenz (z.B. Salzwasser) Bioindikatoren (Zeigerarten) lassen sich auch innerhalb der Gewässergütebestimmung einführen
• Einfluss der Temperatur (Tiergeographische Regeln: Bergmann´sche und Allen´sche Regel) • zeitliche- rhythmische Änderungen des Lebensraumes	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7,K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, 5).	Energiehaushalt und Lebensweise verschiedener Tiere mit unterschiedlichen Thermiekonzepten zeitliche- rhythmische Änderungen können am Bsp. von Kurztag-/ Langtagpflanzen und tagneutralen Pflanzen behandelt werden	

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben V:
Unterrichtsvorhaben V: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Dynamik von Populationen

Zeitbedarf: 11 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben
• K4 biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren</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>Welche weiteren Faktoren beeinflussen Individuen?

• intraspezifische Konkurrenz
• interspezifische Konkurrenz
• Konkurrenzausschlussprinzip
• ökologische Nische
• Einnischung
• Koexistenz
• Stellenäquivalenz</td><td>erklären mithilfe des Modells der ökol. Nische die Koexistenz von Arten (E6,UF1,UF2).

leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose) mögliche Folgen für</td><td>Arbeitsteilige Methoden, z.B. Partnerarbeit mit Experten zu bestimmten Themenpaaren wie:
Intraspezifische/interspezifische Konkurrenz oder Symbiose/Parasitismus</td><td>Eine klare Abgrenzung der Begriffe ökologische Nische, Einnischung Koexistenz und Stellenäquivalenz ist zu gewährleisten.</td></tr>
</table>

• Symbiose • Parasitismus	die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).		
Wie beeinflussen sich die Populationen von Räuber und Beute? • Räuber-Beute-Beziehungen, Lotka-Volterra-Regeln • Koevolution • Schutzmechanismen • Effektivität bei Räubern	untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simmulationen 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).	Arbeitsmaterialien mit Messwerten zu Räuber-Beutebeziehungen nach Lotka-Volterra-Regeln sind zu interpretieren.	Der modellhafte Charakter der Lotka-Volterra-Regeln ist hervor zu heben, Abweichungen sind zu diskutieren. Bezug zur Evolution ist herzustellen, da Abituraufgaben zukünftig stark Themenübergreifend sind.
Welche Faktoren beeinflussen das Wachstum von Populationen? • Wachstum einer Population (exponentiell und logistisch) • K- und r- Strategen • Regulation der Populationsdichte	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1). untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, 2, 4).	Material: z.B. Die ökologische Nische der Geier und ihre Fortpflanzeungsstrategie – cornelsen, Film Geier der Pyrenäen (Ru)	Wachstum von Populationen ist mit Software simulierbar, z.B. SimPop (Schroedel, Grüne Reihe).

	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, 2, 3; 4; K4).		

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VI:
Unterrichtsvorhaben VI: Synökologie II – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Stoffkreislauf und Energiefluss

Zeitbedarf: 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• 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 möglich Lösungen 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>In welche systematische Gliederung lassen sich Ökosysteme unterteilen?

• Funktionaler Aufbau eines Ökosystems
• Nahrungskette/-netz
• Trophieebenen
• Rolle der Destruenten</td><td>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, 3).</td><td>SuS sollten diese Gliederung auf verschiedene Ökosysteme anwenden können und dies an mehreren Beispielen üben.
z.B. Süßwasser, Salzwasser, Moor, Wald, Wüste, Wiese…</td><td>Die Gliederung eines Ökosystems ist allgemeingültig zu formulieren, sodass Schüler die erforderlichen Fachbegriffe auf alle denkbaren Ökosysteme anwenden kann. Die bisherige Beschränkung auf aquatische Ökosysteme entfällt.</td></tr>
</table>

Welches sind die globalen Stoffkreisläufe im Ökosystem Erde? • Stickstoffkreislauf • Kohlenstoffkreislauf	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe.	Industrielle Landwirtschaft ist ein möglicher Kontext für den Stickstoffkreislauf. Klimawandel oder Abholzung sind ein möglicher Kontext für den Stickstoffkreislauf.	Abiturvorgaben für den jeweiligen Jahrgang sind hier zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, einen Kreislauf schwerpunktmäßig zu behandeln und den anderen lediglich in Grundzügen. Starker Bezug zu: Nachhaltigkeit in Unterrichtsvorhaben VIII, Abstimmung notwendig.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VII:
Unterrichtsvorhaben VII: Erforschung der Fotosynthese – Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Fotosynthese

Zeitbedarf: 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E1 Probleme im ökologischen Kontext erkennen und Fragestellungen formulieren
• E2 aus Daten Zusammenhänge ableiten und Messung durchführen
• E3 Hypothesen bilden die zu Erkenntnisgewinn führen
• E4 Untersuchungen und Experimente planen, durchführen und interpretieren
• E5 Messergebnisse qualitativ und quantitativ analysieren, auswerten und Ergebnisse verallgemeinern
• E7 naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen an ausgewählten Beispielen anwenden</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>Von welchen abiotische Faktoren ist die Fotosyntheseaktivität abhängig?

• abiotische Faktoren</td><td>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen Faktoren (E5)</td><td>Auswertung gegebener Versuche/Demoexperimente
SV: Experimente mit Elodea can. mit Licht und/oder Temperatur, Stärkenachweis</td><td>Kontextbeispiel: Treibhauskultur von Nutzpflanzen, CO_2-Düngung im Aquarium</td></tr>
</table>

• Sonnen- und Schattenblatt im Vergleich	leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zugrunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, 3; UF2, 4)		
Welche strukturellen und biochemischen Voraussetzungen erfordert die Fotosynthese? • Wiederholung des Aufbaus des Blattes und der Pflanzenzelle • Chloroplasten und ihr Aufbau • Thylakoidmembran	beschreiben den Blattaufbau und die entsprechenden Funktionen der Bestandteile	Analyse mikroskopischer Aufnahmen (Fertigpräparate oder im SV angefertigte Frischpräparate)	Vorkenntnisse aus Mittelstufe (ggf. Diff.-Kurse) können hier möglicherweise genutzt werden.
Welche Reaktionen laufen auf biochemischer Ebene ab? • Fotosysteme & Chlorophyll • Spektren des Chlorophylls • Lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktion • ATP-Synthese • Assimilation und Dissimilation	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, 3) erläutern mit Hilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den	online-Animationen Schroedel-Verlag (vergl. online-Schlüssel im Lehrbuch)	

	Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).		
Passt sich Fotosynthese verschiedenen Lebensräumen an? • Vergleich C3-, C4- und CAM-Pflanzen • Transpiration	ermitteln die organisch/strukturellen Anpassungsleistungen der Pflanze an ihren Standort und leiten daraus die stoffwechselseitigen Anpassungen ab	Erarbeitung über ABs, ggf. tabellarischer Vergleich	Anpassungsleistungen müssen sich nicht immer auf morphologischer Ebene zeigen, auch stoffwechselspezifische Anpassungen können auftreten.

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VIII: **Unterrichtsvorhaben VIII**: 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**: 15 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden. • **K4** biologische aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • **B2** in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen.	
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**
• Neobiota (Neozoen, Neophyten) • Vektoren (Ausbreitungswege) • Folgen für die Biodiversität	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, 4).	z.B. Amerikanischer Flusskrebs im Rhein, Waschbär in NRW, asiatische Marienkäfer in Mitteleuropa, Guppy-Population in der Erft, chinesische Wollhandkrabbe	Rückbezug auf Nahrungskette/Nahrungsnetz bietet sich an um Folgen für Biodiversiät und Stabilität von Ökosystemen zu diskutieren.

• Widerspruch zwischen ökonomischen und ökologischen Interessen	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, 3).	Mögliche Kontexte sind z.B. Flächenverbrauch, Zersiedelung und Bedeutung zusammenhängender Naturschutzgebiete oder Klimawandel	Falls Klimawandel behandelt wird, bietet sich die Einbeziehung der Stoffkreisläufe an.
• Nachhaltige Entwicklung	entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, 3).	Mögliche Kontexte sind z.B. persönlicher Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch moderner Unterhaltungselektronik, ökologische Fußabdruck des Menschen, Ressourcenverbrauch Fastfood	Die Schwierigkeit besteht darin, das eigene Konsumverhalten in direkten Zusammenhang mit den aufgezeigten Problemen zu stellen.

Leistungskurs – Q 2:

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. 45 Std. à 45 Minuten

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Grundlagen evolutiver Veränderung
• Art und Artbildung
• Stammbäume (Teil 1)

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
• UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
• Obligatorische Inhalte
• [fakultative Inhalte]
• <u>zusätzliche Inhalte im LK</u></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>Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen?
○ Belege aus der Paläontologie (S. 380-383), Biogeographie (S.386/387), Entwicklungsbiologie (S. 388/389), Morphologie und Anatomie (S. 378/379) sowie Molekularbiologie (S. 392/393)
○ Datierungsmethode (S. 383/385)
○ Homologiekriterien (S.378/379)</td><td>... erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Daten (E2, E5).

... deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organsimen zum Beleg konvergenter</td><td>Arbeitsgleiche Gruppenarbeit Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden:
○ Abbildungen von Fossilfunden
○ DNA- DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA- Sequenzanalysen, etc.

Materialien zu Atavismen, Rudimenten und</td><td></td></tr>
</table>

	und divergenter Entwicklung (E5, UF3). ... stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). ... analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie 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).*	biogenetischen Grundregen (u.a. auch Homöobox-Gene)	
Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutionären Wandel? o Genetische Variabilität – Grundlagen evolutionären Wandels (S. 398/399) o Populationsgenetik (S. 400) o Gendrift (S. 401) o Konkurrenz um Ressourcen	... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). ... erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation,	**Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen an Beispielen (z.B. Hainschnirkelschnecke) *Computerprogramm zur **Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes** (z.B. http://www.quirinus-*	An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsteilig und binnendifferenziert gearbeitet.

	Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1). ... belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus der Gendatenbank) (E2, E5). *... bestimmen und modellieren mithilfe des HARDY-WEINBERG-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).*	*gymnasium.de/hardy/hardyweinberg.php?id=0)*	
Was ist der zentrale Mechanismus der Evolution? o Natürliche Selektion – Grundlagen biologischer Angepasstheit (S. 404/405) o Kosten-Nutzen-Analyse (ab S. 408)	... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). ... erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).	**Simulationsspiel** zu Selektion und Angepasstheit	

Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? ○ Artbegriff (S. 420) ○ Isolationsmechanismen (S.420/421) ○ Formen der Artbildung (S. 422/423)	... beschreiben die Einordung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). ... erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).	**Dokumentarfilm** zu „Sonja fragen“	
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? ○ Adaptive Radiation (S. 424/425)	... stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4). *... beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).*	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken, Beuteltiere“	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? ○ Coevolution (S.427) ○ Selektion und Anpassung (S. 427) ○ Kosten-Nutzen-Analyse (ab S. 408)	... wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2). ... belegen an Beispielen den aktuellen	**Realobjekt**: z.B. Ameisenpflanze → Zentralabitur → Filmanalyse: BBC Dokumentation „Life“ (DVD Ruwiedel) **Texte** und **Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse	

	evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). ... erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Lerntheke** zum Thema „Schutz von Beutegreifern“	
Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? ○ DARWIN, LAMARCK (S. 372/373) ○ Synthetische Evolutionstheorie (S 374) ○ *Kreationismus (S.375)*	*... stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).* ... stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4). *... grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung der Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).*	**Referate** zur historischen Entstehung der Evolutionstheorie (DARWIN und LARMARCK) **Strukturlegetechnik** zur synthetischen Evolutionstheorie **Filmanalyse** „Adam, Eva und die Evolution“	Thema kann flexibel an eine andere Stelle in der Unterrichtsreihe gesetzt werden.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

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

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben II:
Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Evolution und Verhalten

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
• Obligatorische Inhalte
• [fakultative Inhalte]
• zusätzliche Inhalte im LK</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>[Elterliches Investment / Altruismus]</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?
o Evolution der Sexualität (S.412/413)
o Sexuelle Selektion (S.412/413)</td><td>... analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</td><td>Bilder von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen

Informationstexte z.B.
– zu Beispielen aus dem Tierreich und
– zu ultimaten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie)

Ggf. Powerpoint-Präsentationen</td><td>Phänomen: Sexualdimorphismus</td></tr>
</table>

Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme? ○ Paarungssysteme (S. 414/415) ○ Habitatwahl (S. 416)	... analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans **Graphiken / Soziogramme** gestufte **Hilfen** zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen **Präsentationen**	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur			

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Evolution des Menschen
Stammbäume (Teil 2)
Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte
Obligatorische Inhalte
[fakultative Inhalte]
<u>zusätzliche Inhalte im LK</u></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>Wie entstand der heutige Mensch?
Der Mensch und seine nächsten Verwandten (S. 428/429)</td><td>... ordnen den modernen Menschen Kriterien geleitet den Primaten zu (UF3).

... entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- morphologischen und molekularen</td><td>Quellen aus Fachzeitschriften

verschiedene Entwürfe von Stammbäumen der Primaten basierend auf anatomisch- morphologischen Belegen

DNA-Sequenzanalysen verschiedener Primaten</td><td>Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert.
Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.</td></tr>
</table>

	Homologien (E3, E5, K1, K4). ... stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).		
Wie erfolgt die Evolution des Menschen und seine geographische Ausbreitung? • Stammesgeschichte des Menschen (S. 430/431) • Herkunft und Vielfalt des modernen Menschen (S. 432/433)	... diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	z.B. **Gruppenpuzzle** oder **Referate** zu den wichtigsten Vertretern der Hominisation Vergleichende Untersuchung fossiler und rezenter Menschen bzw. Menschenaffenschädel *Besuch des **Neanderthal-Museum** (z.B. Workshop „Abguss-Sammlung“)*	Erarbeitung von Gemeinsamkeiten und Unterschiede früherer Hominiden. Zusammenfassung der Hominidenevolution anhand von Weltkarten, Stammbäumen, ...
Wie viel Neandertaler steckt in uns? • Die Stellung des Neandertalers – eine wissenschaftliche Kontroverse (S. 434/435)	... diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch) *Besuch des **Neanderthal-Museum** (z.B. Fachführung „Humanevolution“)*	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.

	... entwickeln und erläutern Hypothesen zur phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).		
Gibt es „Menschenrassen“? • Menschliche Rassen – gestern und heute	... 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).	**Texte** zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch des Rassebegriffs. **Podiumsdiskussion**	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur			

Leistungskurs – Q 2:

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **Unterrichtsvorhaben V:** Bau und Funktion von Nervenzellen – *Wie funktionieren Nervenzellen auf molekularer Ebene?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Sinneswahrnehmung – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Organisation und Leistungen von Nervensystem und Gehirn – *Welche Leistungen vollbringt das Gehirn und von welchen Faktoren ist des abhängig?*

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

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben V:
Thema/Kontext: Bau und Funktion von Nervenzellen – Wie funktionieren Nervenzellen auf molekularer Ebene?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Neurobiologie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Aufbau und Funktion von Neuronen
• Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Nervenzellen – hochspezialisierte Bausteine des Nervensystems

• Neuronen, Aufbau im Detail</td><td>Die Schülerinnen und Schüler…
beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</td><td>Modell der Sammlung,
Mikroskopische Bilder

Animation</td><td></td></tr>
</table>

• Zelltypen (Astrozyten, Oligodedrozyten, Schwann-Zellen und Myelinisierung	vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem As-pekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)	z.B.: Film Netzwerk Nerven – SWR Planet Wissen	
Das Ruhepotential • Aufbau Nervenzellmembran und Ionen-Kanäle/-Pumpen			
Das Aktionspotential • Versuch zur Messung mit Patch Clamp Methode	erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2),		

	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Io-nenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)		
Synapse • Erregungsübertragung • Synapsengifte • …Einsatz in der Medizin oder Missbrauch als Droge Verrechnung von Signalen	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) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3) leiten Wirkungen von endo- und exogenen		Bei Synapsengiften bietet sich der Transfer zur Evolution an. Gifte bei Pflanzen und Tieren… liefern Kontexte für mögl. Coevolutionsaufgaben. Möglicher Kontext: Sucht und Drogen – Abhängigkeit auf molekularer Ebene oder Ritalin – Wunderdroge im Schulaltag?

	Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- 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?)**

Leistungsbewertung:

- angekündigte Kurztests
- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Drogen, Narkosemittel)
- ggf. Klausur

Unterrichtsvorhaben VI: **Thema/Kontext:** Sinneswahrnehmung – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?			
Inhaltsfeld: Neurobiologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahnehmung **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E6** Modelle • **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**
Sinneszelle & Sinnesorgan • Primäre Sinneszellen • Sekundäre Sinneszellen • adäquater Reiz • Rolle des second messengers cAMP	stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen an-hand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).		
Beispielhaftes Sinnesorgan Auge		mögliches Schülerexperiment: Präparation	

• Bau des Auges • Bau der Netzhaut • Stäbchen • Zapfen Fototransduktion inkl. molekularer Grundlagen	erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrneh-mung (UF3, UF4)	z.B.: der Netzhaut, der Linse	
Informationsverarbeitung in der Netzhaut • Kontrastverstärkung durch laterale Inhibition	stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Er-regung von Sinneszel-len bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrneh-mung im Gehirn unter Verwendung fachspe-zifischer Darstellungs-formen in Grundzügen dar (K1, K3)	Demonstration diverser optischer Täuschungen, welche durch die Art der Informationsverarbeitung in der Netzhaut erklärbar werden	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“: „Protokoll einer Präparation“ <u>Leistungsbewertung:</u> • angekündigte Kurztests			

- Transferaufgabe zu anderen Sinnesorganen bzw. deren spez. Sinneszellen
- ggf. Klausur

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben VII:
Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Neurobiologie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Plastizität und Lernen
• Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">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.</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>Wie funktioniert unser Gedächtnis?

• Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem

• Bau des Gehirns</td><td>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</td><td>Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“
Diese enthält:
• Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen:
d) Atkinson & Shiffrin (1971)</td><td>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:</td></tr>
</table>

• Hirnfunktionen *Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?* • Neuronale Plastizität *Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?* • PET • MRT, fMRT	erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4). stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT)	e) Brandt (1997) f) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html gestufte **Hilfen** mit Leitfragen zum Modellvergleich **Informationstexte** zu c) Mechanismen der neuronalen Plastizität d) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter **MRT** und **fMRT Bilder**, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. **Informationstexte**, **Bilder** und kurze **Filme** zu PET und fMRT	• 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 Großhirnrinde) Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden einander gegenübergestellt.

	gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).		
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? • 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 **Beobachtungsbögen** **Reflexionsgespräch**	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.
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	**Arbeitsblätter** zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern **Partnerarbeit**	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen

	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).	**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.	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.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

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.
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.) Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform lo-net2 angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOSt) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOSt angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung. Alle im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzbereiche sollen bei der Leistungsbewertung angemessen berücksichtigt werden.

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im schulinternen

Curriculum in der Regel in ansteigender Progression und Komplexität formuliert. Lernerfolgsüberprüfungen sollten darauf ausgerichtet sein, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Ein Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen sollen für die Schülerinnen und Schülern eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Deshalb wird die Beurteilung von Leistungen

mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft.

Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“

Klausuren sind zum einen Instrument der Leistungsbewertung, sollen aber im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten.

Dazu gehört, dass neben dem Nachweis der fachlichen Kompetenz auch die Darstellung von Bedeutung ist. Dies ist bei der Leistungsbewertung entsprechend zu berücksichtigen.

Um den Schülerinnen und Schülern diese Erkenntnisprozesse zu erleichtern, ist eine transparente und kriteriengeleitete Bewertung notwendig.

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei im GK die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK).

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOSt bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“

Grundsätzlich gelten die oben aufgeführten Kriterien auch für die Leistungsüberprüfung und Leistungsbewertung des Beurteilungsbereichs „Sonstige Mitarbeit“. Dieser erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kompetenzentwicklung wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Auch hier muss die Beurteilung den Schülerinnen und Schülern transparent gemacht werden.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist am St. Bernhardgymnasium derzeit kein neues kompetenzorientiertes 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.

Das momentane Standardlehrwerk für den Unterricht in der EF und im GK der Q 1 und Q 2 ist das Buch Natura des Klettverlages.

LK der Q 1 und Q 2 kaufen ihr Lehrwerk bislang selbst (Neuregelung ab 2015/16). Die Auswahl des Titels obliegt dabei dem jeweiligen Fachlehrer. Geeignete und erprobte Werke sind z.B.: Biologie – Cornelsen, Biologie heute – Schrödel.

Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

Der Lehrplannavigator:

http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/

Die Materialdatenbank:

http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/

Die Materialangebote von SINUS-NRW:

http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Biologie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die Fachkonferenz Biologie strebt die Kooperation mit verschiedenen weiteren Fachschaften an. Dies wichtigsten Fachschaften sind hierbei die Chemie, die Physik und evtl. die Fachschaft Sport.

Durch die Abstimmung von Inhalten und Reihenfolgen in den jeweiligen hausinternen Curricula sollen in diesen Fächern Möglichkeiten zur Quervernetzung für die Schülerinnen und Schüler geschaffen werden.

Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos oder der Bezirksregierungen bzw. der Kompetenzteams und des Landesinstitutes QUALIS teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt und der Biologiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

Facharbeiten im Fach Biologie

Grundsätzlich können Facharbeiten im GK der Q 1 im Fach Biologie geschrieben werden.

Um eine fachübergreifende und einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q 1 zu gewährleisten, findet eine Vorbereitung durch die Fachschaft Deutsch im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums statt.

Der Umgang mit Literatur, Quellen aller Art, sowie das korrekte Zitieren und der Umgang mit dem geistigen Eigentum anderer ist ein wichtiges Element der naturwissenschaftlichen Ausbildung. Der Unterricht im Fach Biologie muss daher bereits in der Einführungsphase diese Arbeitsweisen und Formalia berücksichtigen und sie in Q 1 und Q 2 weiterführen.

Exkursionen

Abgesehen vom Abiturhalbjahr (Q 2.2) sollen nach Möglichkeit in der Qualifikationsphase und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

EF: keine standardmäßig geplante Exkursion

Aufgrund des am St. Bernhard Gymnasiums üblichen dreiwöchigen Sozialpraktikums und der im Kernlehrplan vorgegebenen Stoffdichte wird in der EF meist auf die Nutzung außerschulischer Lernorte verzichtet.

Es liegt im Ermessen des Fachlehrers inwiefern der jeweilige Zeitplan Exkursionen dennoch gestattet.

Q1.1: Besuch eines Schülerlabors

- **„Baylab plants“** der Bayer CropScience AG am Standort Monheim (Isolation, PCR und Gel-Elektrophorese von Rapsgenen)
- **Schülerlabor des KölnPUB e.V.** (Isolierung von Erbsubstanz (DNA) aus Bakterien und Gemüsen, Analyse von DNA mit Restriktionsenzymen, Polymerasekettenreaktion (PCR), Gelelektrophorese und genetisches Transformationsexperiment, Experimente rund um Southern Blot")
- **BayLab Wuppertal:** Schülerlabor für Molekularbiologie (DNA-Isolierung aus Zwiebeln und Bakterien, Schneiden der DNA mit Restriktionsenzymen, Nachweis der Restriktionsfragmente durch Gelelektrophorese, Absorptionsspektren von DNA und Proteinen)
- **Alfred Krupp Schülerlabor**
- **Forschungszentrum Jülich** Molekularbiologische Schülerexperimente zu verschiedenen Themenbereichen

Q1.2: Exkursion zur Gewässergüte z.B. beim Niers-Verband

- Bestimmung der Gewässergüte (biologische, chemische und strukturelle Parameter in Anlehnung an die EU-Wasserrahmenrichtlinie)
- Untersuchung von Lebensgemeinschaften und ihren unbelebten (abiotischen) Faktoren
- Beobachtungen von Anpassungen an den Lebensraum
- Bestimmung der Standortfaktoren über die Zeigerpflanzen Methode
- Neophyten und Neozoen in NRW

Q2.1: Besuch des Neandertalmuseums

- Bestimmung von phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Schädelmerkmalen in der Abguss-Sammlung

4 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 trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres werden in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Das daraufhin veränderte schulinterne Curriculum muss von der Fachkonferenz beschlossen werden.