



**Schulinterner Lehrplan  
zum Kernlehrplan  
für die gymnasiale Oberstufe**

**Biologie**

**(Stand: 08.03.2015)**

# Inhalt

	Seite
<b>1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>3</b>
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>5</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	5
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	7
2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	19
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	99
<i>Überfachliche Grundsätze</i>	99
<i>Fachliche Grundsätze</i>	99
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	101
<i>Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit</i>	101
<i><b>Beurteilungsbereich: Klausuren</b></i>	103
<i>Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung</i>	105
2.4 Lehr- und Lernmittel	106
<b>3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>107</b>
Zusammenarbeit mit anderen Fächern	107
Fortbildungskonzept	107
Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit	107
Exkursionen	107
<b>4 Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>109</b>

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Es stehen zwei spezielle Fachräume für den Unterricht zur Verfügung, die mit verschiedenen Medien wie z.B. einem interaktiven Whiteboard und Einrichtungen für die Durchführung von Experimenten ausgestattet sind. Auch dank der Unterstützung durch den Förderverein kann auf eine umfangreiche Sammlung an Modellen, Präparaten, etc. zurückgegriffen werden, um den Unterricht anschaulich zu gestalten. Ein Schulgarten, ein Biotop mit Teichen für gewässerökologische Untersuchungen und sogar eine Lehrküche ergänzen das Angebot. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Selten benötigte oder gefährliche Chemikalien werden im Bereich der Chemie aufbewahrt.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 110 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 5 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 – 3 Grundkurse und ein Leistungskurs gebildet werden. Neben dem Pflichtfach Mathematik ist Biologie damit das mit Abstand beliebteste naturwissenschaftliche Fach in der Oberstufe.

Das Fach Biologie wird am Haranni-Gymnasium in allen Klassen bis zum Abitur (außer in der Klasse 8) unterrichtet. Die Verteilung der Wochenstunden in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Jg.	Fachunterricht von 5 bis 6
5	BI (2)
6	BI (2)
	Fachunterricht von 7 bis 9
7	BI (1)
8	- - -
9	BI (2)
	Fachunterricht in der EF und in der QPH
10	BI (3)
11	BI (3/5)
12	BI (3/5)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt dem Doppelstundenmodell, d.h. die erste und zweite Stunde und die dritte und vierte Stunde sind zu einer 90minütigen Einheit zusammengefasst. Lediglich zwischen der 5. Und 6. Stunde gibt es noch eine Fünfminutenpause. Es wird angestrebt, dass der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst in Doppelstunden stattfindet.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine

Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

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

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur empfehlenden Charakter.

Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der

Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

## 2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

### Einführungsphase

#### Unterrichtsvorhaben I:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- K1 Dokumentation

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Zellaufbau ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil1)

Zeitbedarf: **ca. 11 Std.** à 45 Minuten

#### Unterrichtsvorhaben II:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- K4 Argumentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Funktion des Zellkerns ♦ Zellverdopplung und DNA

Zeitbedarf: **ca. 12 Std.** à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben III:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- K1 Dokumentation
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Biomembranen ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

Zeitbedarf: **ca. 22 Std.** à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben IV:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung

Inhaltsfeld: IF 2 (Energistoffwechsel)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Enzyme

Zeitbedarf: **ca. 19 Std.** à 45 Minuten



Unterrichtsvorhaben V:

Thema/Kontext: Biologie und Sport – Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF3 Systematisierung
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

Inhaltsfeld: IF 2 (Energistoffwechsel)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦Dissimilation♦Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Zeitbedarf: **ca. 26 Std.** à 45 Minuten

**Summe Einführungsphase: 90 Stunden**

## Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS/LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF4 Vernetzung (nur LK)
- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- B3 Werte und Normen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen (nur LK)

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen ♦ Bioethik

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 25 Std.** à 45 Minuten (LK)

### Unterrichtsvorhaben II:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe (nur GK)
- UF3 Systematisierung (nur GK)
- UF4 Vernetzung (nur GK)
- E1 Probleme und Fragestellungen (nur LK)
- E3 Hypothesen (nur LK)
- E5 Auswertung (nur LK)
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen (nur LK)

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation

Zeitbedarf: **ca. 18 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 30 Std.** à 45 Minuten (LK)

Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext: Angewandte Genetik (GK)/Gentechnologie heute (LK) – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?**

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- K2 Recherche
- K3 Präsentation (nur LK)
- B1 Kriterien
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Gentechnologie** ♦ **Bioethik**

Zeitbedarf: **ca. 11 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 20 Std.** à 45 Minuten (LK)

Unterrichtsvorhaben IV:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung (nur GK)
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Umweltfaktoren und ökologische Potenz**

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 14 Std.** à 45 Minuten (LK)

Unterrichtsvorhaben V: (nur LK)

**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 VI:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe (nur LK)
- E5 Auswertung (nur LK)
- E6 Modelle
- K4 Argumentation (nur GK)

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Dynamik von Populationen**

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten (GK)

ca. 15 Std. à 45 Minuten (LK)

Unterrichtsvorhaben VII:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF4 Vernetzung (nur LK)
- E6 Modelle (nur LK)
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen (nur GK)
- B4 Möglichkeiten und Grenzen (nur LK)

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Stoffkreislauf und Energiefluss**

Zeitbedarf: **ca. 8 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 15 Std.** à 45 Minuten (LK)

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 (nur LK)
- K4 Argumentation (nur LK)
- E5 Auswertung (nur GK)
- B2 Entscheidungen

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Mensch und Ökosysteme**

Zeitbedarf: **ca. 10 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 15 Std.** à 45 Minuten (LK)

**Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 90 Stunden, LEISTUNGSKURS: 150 Stunden**

## Qualifikationsphase (Q2) - GRUNKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- K4 Argumentation

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Grundlagen evolutiver Veränderung ♦ Art und Artbildung ♦ Stammbäume (Teil 1)

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch? Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?**

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- K4 Argumentation
- UF3 Systematisierung

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Evolution und Verhalten/Evolution des Menschen ♦ Stammbäume (Teil 2)

Zeitbedarf: **ca. 12 Std.** à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben III:

**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

Unterrichtsvorhaben IV:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- K1 Dokumentation
- UF4 Vernetzung

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ **Plastizität und Lernen**

Zeitbedarf: **ca. 8 Std.** à 45 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 60 Stunden**

## Qualifikationsphase (Q2) - LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel? sowie Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?**

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- K4 Argumentation
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Grundlagen evolutiver Veränderung ♦ Art und Artbildung ♦ Stammbäume (Teil 1) ♦ Entwicklung der Evolutionstheorie

Zeitbedarf: **ca. 22 Std.** à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch? Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens? Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion**

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- K4 Argumentation
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- E5 Auswertung
- UF3 Systematisierung

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Evolution und Verhalten/Evolution des Menschen ♦ Stammbäume (Teil 2)

Zeitbedarf: **ca. 26 Std.** à 45 Minuten



### Unterrichtsvorhaben III:

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

### Unterrichtsvorhaben IV:

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E6 Modelle
- K3 Präsentation

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

Zeitbedarf: **ca. 8 Std.** à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben V:

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

Kompetenzen:

- UF4 Vernetzung
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 100 Stunden**

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### **Einführungsphase:**

**Hinweis:** Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz des Haranni-Gymnasiums verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung.

## IF 1: Biologie der Zelle

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

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

### Basiskonzepte:

- System:** Prokaryot, Eukaryot, Biomembran, Zellorganell, Zellkern, Chromosom, Makromolekül, Cytoskelett, Transport, Zelle, Gewebe, Organ, Plasmolyse
- Struktur und Funktion:** Cytoskelett, Zelldifferenzierung, Zellkompartimentierung, Transport, Diffusion, Osmose, Zellkommunikation, Tracer
- Entwicklung:** Endosymbiose, Replikation, Mitose, Zellzyklus, Zelldifferenzierung

Zeitbedarf: **ca. 45 Std.** à 45 Minuten

## Biologie der Zelle Inhaltsfeld 1

### Unterrichtsvorhaben I: Kein Leben ohne Zelle I – Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Zellaufbau**
- **Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)**

Zeitbedarf: **ca. 11 Std.** à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben.
- **UF2** biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.
- **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<b>Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen</b>		Multiple-Choice-Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus  Informationstexte: einfache,	<b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt</b> Möglichst selbstständiges Auf-

		kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	arbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.
<p>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zelltheorie</b></li> <li>• <b>Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</b></li> </ul>	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	Zeitstrahl zum technischen Fortschritt und zum Erkenntniszuwachs auf z. B. Plakaten oder Folie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien werden beispielhaft erarbeitet.
<p>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</b></li> </ul>	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).	Erstellen lichtmikroskopischer Bilder, Vergleich mit elektronenmikroskopischen Bildern zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.
<p>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Funktion von Zellorganellen</b></li> <li>• <b>Zellkompartimentierung</b></li> <li>• <b>Endo – und Exocytose</b></li> <li>• <b>Endosymbiontentheorie</b></li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).</p> <p>präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).</p> <p>erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytos-</p>	<p>Stationenlernen oder Gruppenarbeit zu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• Zellkompartimentierung</li> <li>• Endo – und Exocytose</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> </ul> <p>mit Erstellung von Plakaten und Vorträgen</p>	<p>Erkenntnisse werden dokumentiert.</p> <p>Anforderungen an ein Lernplakat Kriterien geleitet siehe „Lernplakat zur Osmose“!</p>

	keletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1).		
Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zelldifferenzierung</b></li> </ul>	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	Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (MC-Test)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Teil einer Klausur</li> <li>• Arbeitsergebnisse Stationsmappe bzw. Plakate</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben II: Kein Leben ohne Zelle II – Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Funktion des Zellkerns**
- **Zellverdopplung und DNA**

Zeitbedarf: **ca. 12 Std.** à 45 Minuten

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren.
- **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
- **B4** Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaftler darstellen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<b>Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen</b>		z.B. Strukturlegetechnik (Zentrale Begriffe werden von SuS in eine sinnvolle Struktur gelegt, aufgeklebt und eingesammelt, um für den Vgl. am Ende des Vorhabens zur Verfügung zu	SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert.

		stehen.)	
<p>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den <i>Acetabularia</i> und den <i>Xenopus</i>-Experimenten zugrunde?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Funktion des Zellkerns</b></li> </ul>	<p>benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).</p> <p>werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).</p>	<p>Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg (Problem, Hypothesen...)</p> <p><i>Acetabularia</i>-Experimente von Hämmerling</p> <p>Experiment zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i></p>	<p>Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden Kriterien geleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.</p>
<p>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie)</b></li> <li>• <b>Interphase</b></li> </ul>	<p>begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für (den intrazellulären Transport und) die Mitose (UF3, UF1).</p>	<p>Informationstexte und Abbildungen</p> <p>Filme/Animationen zu zentralen Aspekten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. exakte Reproduktion</li> <li>2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose)</li> <li>3. Zellwachstum (Interphase)</li> </ol>	<p>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet</p>
<p>Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Vorkommen von Nucleinsäuren</b></li> <li>• <b>Aufbau der DNA</b></li> <li>• <b>Mechanismus der DNA-Replikation</b></li> </ul>	<p>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)</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p>	<p>Modell (-baukasten) zur DNA Struktur und Replikation</p> <p><a href="http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF">http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF</a></p>	<p>Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplexität wird dabei herausgestellt.</p>



	beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).		
<p>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zellkulturtechnik</b></li> <li>• <b>Biotechnologie/Biomedizin</b></li> <li>• <b>Pharmazeutische Industrie</b></li> </ul>	zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	<p>Inforblatt zu Zellkulturen in Biotechnologie, Medizin- und Pharmaforschung</p> <p>Rollenkarten zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.)</p> <p>Pro und Kontra-Diskussion zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“</p> <p>Gruppenpuzzle zur Zellkulturtechniken und Biomedizin (z.B. Linder S. 70-71)</p>	<p>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet.</p> <p>Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt.</p> <p>SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen.</p> <p>Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterrichtsbegleitend oder Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. angekündigte <i>Multiple-Choice</i>-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben III: Erforschung der Biomembran – Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Biomembranen**
- **Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)**

Zeitbedarf: **ca. 22 Std.** à 45 Minuten

### Schwerpunkteübergeordneter 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 Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.
- **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
--	---	---	---

<p>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plasmolyse</b></li> <li>• <b>Brownsche Molekularbewegung</b></li> <li>• <b>Diffusion</b></li> <li>• <b>Osmose</b></li> </ul>	<p>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p> <p>führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</p> <p>recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).</p>	<p>Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg</p> <p>Problemfindung z.B.: Zeitungsartikel zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken</p> <p>Experimente mit Schweineblut, Rotkohlgewebe oder Zwiebelepidermis und mikroskopische Untersuchungen</p> <p>z.B. Kartoffel-Experimente a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht)</p> <p>Informationstexte, Animationen oder Lehrfilme zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com)</p> <p>Demonstrationsexperimente mit Tinte oder Deo zur Diffusion</p> <p>Arbeitsaufträge zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge</p> <p>Informationsblatt zu Anforderungen an ein Lernplakat (siehe LaBudde 2010)</p>	<p>Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten.</p> <p>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch.</p> <p>Versuche zur Überprüfung der Hypothesen</p> <p>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.</p> <p>Phänomen wird auf Modellebene erklärt.</p> <p>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</p> <p>Ein Lernplakat zur Osmose wird kriteriengeleitet erstellt.</p> <p>Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.</p>
---	---	---	---

		<p>Checkliste zur Bewertung eines Lernplakats</p> <p>Arbeitsblatt mit Regeln zu einem sachlichen Feedback</p>	
<p>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden</b></li> </ul>	<p>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).</p>	<p>Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser</p> <p>Informationsblätter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu funktionellen Gruppen</li> <li>• Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden</li> <li>• Modelle zu Phospholipiden in Wasser</li> </ul>	<p>Phänomen wird beschrieben.</p> <p>Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.</p> <p>Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.</p>
<p>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bilayer-Modell</b></li> <li>• <b>Sandwich-Modell</b></li> <li>• <b>Fluid-Mosaik-Modell</b></li> <li>• <b>Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</b></li> <li>• <b>Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Protein-</b></li> </ul>	<p>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).</p> <p>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).</p>	<p>Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell</p> <p>Arbeitsblatt zur Arbeit mit Modellen, Partnerpuzzle u Sandwich-Modellen</p> <p>AB 1: Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er)</p> <p>AB 2: Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)</p>	<p>Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.</p> <p>Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer festgehalten. Der Modellbegriff und die Vor-</p>

<p><b>sonden)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)</b></li> </ul> <p><i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen</p>		<p>Abbildungen auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie</p> <p>Partnerpuzzle zum Flüssig-Mosaik-Modell  AB 1: Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972)  AB 2: Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)</p> <p>Experimente zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran</p> <p>Checkliste mit Kriterien für seriöse Quellen und zur korrekten Angabe von Internetquellen</p> <p>Internetrecherche zur Funktionsweise von Tracern</p> <p>Informationen zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell  Vereb et al (2003), ggf. Abstract aus: Vereb, G. et al. (2003): Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.</p>	<p>läufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>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).</p> <p>Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden. / Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.</p> <p>Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).</p> <p>Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert.</p>
--	--	--	---

<p>Wie macht sich die Wissenschaft die Antigen-Antikörper-Reaktion zunutze?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Moderne Testverfahren</b></li> </ul>	<p>recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).</p> <p>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).</p>	<p>Elisa-Test</p>	<p>Durchführung eines ELISA-Tests zur Veranschaulichung der Antigen-Antikörper-Reaktion.</p>
<p>Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Passiver Transport</b></li> <li>• <b>Aktiver Transport</b></li> </ul>	<p>beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).</p>	<p>EA oder Gruppenarbeit: Informationstext zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen</p>	<p>SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen zuordnen oder erstellen.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ (Portfolio zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“) zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## IF 2: Energiestoffwechsel

**Unterrichtsvorhaben IV:** Enzyme im Alltag – Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?

**Unterrichtsvorhaben V:** Biologie und Sport – Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

### Basiskonzepte:

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

Struktur und Funktion: Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD<sup>+</sup>

Entwicklung: Training

Zeitbedarf: **ca. 45 Std.** à 45 Minuten

## Energienstoffwechsel Inhaltsfeld 2

### Unterrichtsvorhaben IV: Enzyme im Alltag – Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Enzyme**

Zeitbedarf: **ca. 19 Std.** à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E2** kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben.
- **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.
- **E5** Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
--	---	---	---



<p>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Monosaccharid,</b></li> <li>• <b>Disaccharid</b></li> <li>• <b>Polysaccharid</b></li> </ul>	<p>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).</p>	<p>Informationstexte zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur</p> <p>„Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens</p> <p>Museumsgang</p> <p>Beobachtungsbogen mit Kriterien für „gute Spickzettel“</p>	<p>Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.</p> <p>Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS als Kopie zur Verfügung gestellt werden.</p>
<p>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aminosäuren</b></li> <li>• <b>Peptide, Proteine</b></li> <li>• <b>Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</b></li> </ul>	<p>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).</p>	<p>Haptische Modelle (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau</p> <p>Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen</p> <p>Gruppenarbeit: Lernplakate zum Aufbau von Proteinen</p>	<p>Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</p> <p>Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert.</p>
<p>Welche Wirkung/ Funktion haben Enzyme?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Katalysator /Biokatalysator</b></li> <li>• <b>Endergonische und exergonische Reaktion</b></li> <li>• <b>Aktivierungsenergie, Ak-</b></li> </ul>	<p>erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).</p>	<p>Schematische Darstellungen von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus</p>	<p>Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: Senkung der Aktivierungsenergie und Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit</p>

tivierungsbarriere/ Reaktionsschwelle			
<p>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aktives Zentrum</b></li> <li>• <b>Allgemeine Enzymgleichung</b></li> <li>• <b>Substrat- und Wirkungsspezifität</b></li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p>Informationstexte: SuS stellen die Substrat- und Wirkungsspezifität auf Folien modellhaft dar</p> <p>Folienpräsentation</p> <p>Anwendungsbeispielen zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel per Arbeitsblatt.</p>	<p>Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Ergebnisse werden auf Folien präsentiert. Die beste Folie wird gekürt und vervielfältigt.</p> <p>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt.</p>
<p>Was beeinflusst die Wirkung/ Funktion von Enzymen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pH-Abhängigkeit</b></li> <li>• <b>Temperaturabhängigkeit</b></li> <li>• <b>Schwermetalle</b></li> <li>• <b>Substratkonzentration / Wechselzahl</b></li> </ul>	<p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).</p> <p>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).</p>	<p>Experiment: Quark-Kiwiversuch zur Temperaturabhängigkeit mit Anfertigung eines Versuchsprotokolle</p> <p>Konzentrationsabhängigkeit: z.B. Modellexperimente mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration</p> <p>Checkliste mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen → pH-Abhängigkeit per Diagramm</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Die Beschreibung und Interpretation von Diagrammen wird geübt.</b></li> <li>• <b>Durchführung von mind. einem Experiment zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</b></li> <li>• <b>Ein Experiment zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität wird geplant und durchgeführt.</b></li> </ul> <p><b>Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur,</b></p>

			<b><i>pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert.</i></b>
<p>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>kompetitive Hemmung,</b></li> <li>• <b>allosterische (nicht kompetitive) Hemmung</b></li> <li>• <b>Substrat und Endprodukthemmung</b></li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p>GA: Informationsmaterial zu Medikament Orlistat, SuS ermitteln Hemmtyp mithilfe des Infotextes und erstellen modellhafte Plakate zum Wirkmechanismus</p> <p>Checkliste mit Kriterien zur Modellkritik</p>	<p>Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Glossar zusammengefasst.</p> <p>Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt; Reflexion und Modellkritik</p>
<p>Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Enzyme in Alltag, Technik, Medizin u. a.</b></li> </ul>	<p>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).</p> <p>geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>	<p>(Internet)Recherche</p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben V: Biologie und Sport – Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Dissimilation**
- **Körperliche Aktivität und Stoffwechsel**

Zeitbedarf: **ca. 26 Std.** à 45 Minuten

### Schwerpunkteübergeordneter 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.

Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?		<i>Münchener</i> Belastungstest (Kursraum) <u>oder</u> <i>multi-stage</i> Belastungstest (Sporthalle).	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt.

<p>Systemebene: Organismus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Belastungstest</b></li> <li>• <b>Schlüsselstellen der körperlichen Fitness</b></li> </ul>		<p>Selbstbeobachtungsprotokoll zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln</p> <p>Graphic Organizer auf verschiedenen Systemebenen</p>	<p>Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.</p> <p>Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.</p>
<p>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</p> <p><i>Systemebene: Organ und Gewebe</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Muskelaufbau</b></li> </ul> <p><i>Systemebene: Zelle</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher</b></li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lactat-Test und Milchsäure-Gärung</b></li> </ul>	<p>erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1).</p> <p>präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1).</p> <p>überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).</p>	<p>Partnerpuzzle mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld</p> <p>Fertigpräparate/Diagramm zu Muskeltypen und Sportarten</p> <p>Informationsblatt Experimente mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)</p>	<p>Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden.</p> <p>Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet.</p> <p>Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet.</p> <p>Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge:</p> <p>Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.</p>

			<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b>  <b>In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen gemäß der Jo-Jo-Methode (häufiger Wechsel zwischen den biologischen Organisationsebenen)</b></p>
<p>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung?</p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz)</b></li> <li>• <b>Direkte und indirekte Kalorimetrie</b></li> </ul> <p>Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sauerstofftransport im Blut</b></li> <li>• <b>Sauerstoffkonzentration im Blut</b></li> <li>• <b>Erythrozyten</b></li> </ul>	<p>stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).</p>	<p>Film zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes  Film zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient)</p> <p>Diagramme zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt</p> <p>Arbeitsblatt mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisation</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet.</p> <p>Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt.</p> <p>Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hämoglobin/ Myoglobin</b></li> <li>• <b>Bohr-Effekt</b></li> </ul>			
<p>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</p> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NAD<sup>+</sup> und ATP</b></li> </ul>	<p>erläutern die Bedeutung von NAD<sup>+</sup> und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).</p>	<p>Arbeitsblatt mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP</p>	<p>Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.</p>
<p>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</p> <p><i>Systemebenen: Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tracermethode</b></li> <li>• <b>Glykolyse</b></li> <li>• <b>Zitronensäurezyklus</b></li> <li>• <b>Atmungskette</b></li> </ul>	<p>präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p> <p>beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).</p>	<p>Advance Organizer Arbeitsblatt mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen</p> <p>Informationstexte und schematische Darstellungen zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthese (vereinfacht)</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.</p>
<p>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</p>	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p> <p>erklären mithilfe einer graphischen</p>	<p>Fallstudien aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)</p> <p>Arbeitsblatt mit einem vereinfachten Schema des Zitronen-</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft)</p>



<p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ernährung und Fitness</b></li> <li>• <b>Kapillarisation</b></li> <li>• <b>Mitochondrien</b></li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Glycogenspeicherung</b></li> <li>• <b>Myoglobin</b></li> </ul>	<p>Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p>säurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.</p> <p>Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.</p>
<p>Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?</p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Formen des Dopings (Anabolika, EPO, ...)</b></li> </ul>	<p>nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).</p>	<p>Anonyme Kartenabfrage zu Doping</p> <p>Informationstext zu Werten, Normen, Fakten Informationstext zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003)</p> <p>Exemplarische Aussagen von Personen</p> <p>Informationstext zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport</p> <p>Weitere Fallbeispiele zum Ein-</p>	<p>Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert.</p> <p>Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.</p> <p>Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.</p>

		satz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li></ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ zur Ermittlung der Entscheidungskompetenz (B2) und der Kriterienermittlungskompetenz (B1) mithilfe von Fallbeispielen</li><li>• ggf. Klausur.</li></ul>			

## IF 3: Genetik

- Unterrichtsvorhaben I:** Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?
- Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Proteinbiosynthese – Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?
- Unterrichtsvorhaben III:** Angewandte Genetik (GK) bzw. [Gentechnologie heute \(LK\)](#) – 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, <a href="#">RNA-Interferenz (nur LK)</a> , Mutation, Proto-Onkogen, Tumorsuppressorgen, DNA-Chip
Entwicklung:	Transgener Organismus, <a href="#">Synthetischer Organismus (nur LK)</a> , Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: **ca. 45 Std.** à 45 Minuten (GK)  
[ca. 75 Std.](#) à 45 Minuten (LK)

## Genetik

### Inhaltsfeld 3

Unterrichtsvorhaben I: Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Meiose und Rekombination**
- **Analyse von Familienstammbäumen**
- **Bioethik**

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 25 Std** à 45 Minuten (LK)

#### 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.
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (LK)
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen (LK)

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
<p>Wie kommt es zur phänotypischen Ausbildung von Merkmalen in Abhängigkeit von der genetischen Ausstattung der Eltern?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reaktivierung von Vorwissen: Zellzyklus, Mitose</b></li> <li>• <b>Meiose, Spermatogenese, Oogenese</b></li> <li>• <b>Genkopplung, Koppelungsbruch (Crossing-over)</b></li> <li>• <b>Karyogramm</b></li> <li>• <b>Sexuelle/asexuelle Vermehrung</b></li> <li>• <b>inter- und intrachromosomale Rekombination</b></li> </ul>	<p>...erläutern die Grundprinzipien der (<i>inter- und intrachromosomalen</i>) Rekombination (Reduktion und Neu-kombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)</p>	<p>Reaktivierung des Vorwissens mit einem Kreuzworträtsel mit wichtigen Fachbegriffen aus der Genetik, die aus der Sek.I bzw. der Einführungsphase bekannt sein sollten. Think-Pair-Share zu bekannten Elementen</p> <p>z.B. Selbstlernplattform von Mallig: <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/de/fault.htm#kurs">http://www.mallig.eduvinet.de/de/fault.htm#kurs</a></p> <p>Materialien (z. B. Knetgummi)</p>	<p>SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.</p> <p>Zentrale Aspekte der Mitose werden selbstständig wiederholt und geübt.</p> <p>Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.</p>
<p>Wie kann man ein Vererbungsmuster von genetisch bedingten Krankheiten im Verlauf von Familiengenerationen ermitteln und wie kann man daraus Prognosen für den Nachwuchs ableiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Erbgänge/ Vererbungs-</b></li> </ul>	<p>...formulieren bei der Stammbaumanalyse</p> <p>Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale (GK)</p> <p><i>/Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale</i></p>	<p>Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. (Kopiervorlage)</p> <p>Exemplarische Beispiele von Familienstammbäumen</p> <p>Selbstlernplattform von Mallig:</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Die Auswertungskompetenz bei human-genetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.</b></p> <p>Prognosen zum Auftreten spezi-</p>

<p><b>modi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stammbaumanalyse</b></li> <li>• <b>Genetisch bedingte Krankheiten, z.B. Cystische Fibrose, Muskeldystrophie Duchenne, Chorea Huntington</b></li> <li>• <b>Humangenetische Beratung</b></li> </ul>	<p>(X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) (LK)</p> <p>und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<p><a href="http://www.mallig.eduvinet.de/de/fault.htm#kurs">http://www.mallig.eduvinet.de/de/fault.htm#kurs</a> oder geeignete Arbeitsblätter zur Übung</p> <p>CD Natura Biologie-Trainer</p>	<p>fischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben.</p>
<p>Welche Möglichkeiten habe ich, falls ich oder mein Partner als Träger einer genetischen Auffälligkeit identifiziert werden und wir einen Kinderwunsch haben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diagnostik (z.B. PID, pränatale Diagnostik, Gendiagnose)</b></li> <li>• <b>Abtreibung</b></li> <li>• <b>Reproduktionstechnik</b></li> </ul>	<p>...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) (nur LK)</p>	<p>Recherche in arbeitsteiliger Gruppenarbeit</p>	
<p>Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung und was ist von ihnen zu halten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gentherapie</b></li> <li>• <b>Zelltherapie</b></li> <li>• <b>Embryonale und adulte Stammzellen</b></li> </ul>	<p>..recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3) (auch LK)</p> <p>...stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4) (auch LK)</p>	<p>Ggf. Powerpoint-Präsentationen der SuS</p> <p>Dilemmasituationen</p> <p>Gestufte Hilfen zu den verschiedenen Schritten der ethischen Urteilsfindung (Bioethik)</p>	<p>Das vorgelegte Material könnte von SuS ergänzt werden.</p> <p>An dieser Stelle kann auf das korrekte Belegen von Text- und Bildquellen eingegangen werden, auch im Hinblick auf die Facharbeit. Neutrale und „interessengefärbte Quellen“ werden kriteriell reflektiert.</p> <p>Am Beispiel des Themas „Dür-</p>

			fen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation des Vorwissens mit einem Kreuzworträtsel</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Meiose / Karyogramm / Stammbaumanalyse</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben II: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Proteinbiosynthese**
- **Genregulation**

Zeitbedarf: **ca. 18 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 30 Std.** à 45 Minuten (LK)

### 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
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren (LK)
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (LK)
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (LK)
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in ihren Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (LK)



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
<p>Wie wird aus einer genetischen Information ein ausgeprägtes Merkmal und gibt es Unterschiede zwischen Pro- und Eukaryoten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reaktivierung von Vorwissen: Chromosom, Bau der DNA, DNA-Replikation, Aufbau von Proteinen/Enzymen</b></li> <li>• <b>Transkription</b></li> <li>• <b>Translation</b></li> <li>• <b>Mosaikgene, mRNA-Prozessierung (Spleißen)</b></li> </ul>	<p>...vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3) (auch LK)</p>	<p>Raabits II/B2.1 – Molekulargenetik I  Raabits II/B2.3 – Einführung in die Molekulargenetik  Raabits II/B2.5 – Erarbeitung der Proteinbiosynthese in einem Gruppenpuzzle  Raabits II/B2.11 – Die Proteinbiosynthese  Animationen von GeroMovie auf youtube zur Transkription und Translation  CD Linder Biologie: Proteinbiosynthese  DNA-Modell</p>	<p>Vom Gen zum Merkmal anhand eines konkreten Beispiels durchspielen wie z.B. Sichelzellanämie oder einer genetisch geprägten Variante des Morbus Alzheimer</p>
<p>Wie konnte man herausfinden, wie die Proteinbiosynthese abläuft?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Versuch von Beadle und Tatum</b></li> </ul>	<p>...erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5) (nur LK)</p>		<p>Die historischen Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese und des genetischen Codes sollten in die Erarbeitung der Transkription und Translation eingebettet werden und nicht erst im Nachhinein besprochen werden, da sie dann keine neu-</p>

			en Erkenntnisse mehr bringen.
<p>Wie konnte man herausfinden, welche Basenkombination für welche Aminosäure kodiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Versuch von Nirenberg und Mathaei</b></li> </ul>	<p>...benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4) (nur LK)</p>		
<p>Wie ist die riesige Protein-Vielfalt in nur vier Basen verschlüsselt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eigenschaften des genetischen Codes</b></li> <li>• <b>Code-Sonne</b></li> </ul>	<p>...erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (GK)/ <b>Mutationstypen</b> (LK) (UF1, UF2)</p>	<p>Raabits II/B3.2 – Retinopathia pigmentosa</p>	<p>Gründliches Üben der Arbeit mit der Codesonne</p>
<p>Worauf lassen sich genetisch bedingten Krankheiten und andere phänotypische Veränderungen zurückführen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mutationen</b></li> <li>• <b>Telomere</b></li> <li>• <b>Gen-Wirkkette</b></li> </ul>	<p>...erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4) (auch LK)</p>	<p>Raabits II/B2.6 – Telomere-Ist ewiges Leben möglich?</p>	
<p>Meint man mit dem Begriff „Gen“ das gleiche wie im Jahr seiner Prägung 1909?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ein-Gen-ein-Enzym-Hyp.</b></li> <li>• <b>Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hyp.</b></li> <li>• <b>Definition 2006</b></li> </ul>	<p>...reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (nur LK)</p>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>aktuelle Definition</b></li> </ul>			
<p>Woher weiß eine Zelle, wann welches Gen aktiviert oder deaktiviert werden muss?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Operon-Modell</b></li> <li>• <b>Negative/positive Genregulation</b></li> </ul>	<p>...erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6) (auch LK)</p>	<p>Raabits II/B2.9 - Antibiotikaresistenz bei Pseudomonaden</p> <p>Lexikon zu Fachbegriffen beim Operon-Modell erstellen, eventuell auch Power-Point-Präsentationen zum Ablauf von Substratinduktion und Endproduktrepression</p>	
<p>Funktioniert die Genregulation bei Eukaryoten anders als bei Prokaryoten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Chromosomen-Territorien</b></li> <li>• <b>Transkriptionsfaktoren</b></li> </ul>	<p>...erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6) (nur LK)</p> <p>...erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4) (nur LK)</p>		
<p>Wie entsteht Krebs?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Krebs durch defekte Gene(p53, Ras)</b></li> <li>• <b>Mutagene</b></li> <li>• <b>DNA-Reparatur</b></li> </ul>	<p>...erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkungen von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären (GK)/beurteilen (LK) die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4)</p>		
<p>Kann die Ausprägung der Erbinformation während der Proteinbiosynthese beeinflusst werden?</p>	<p>...erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6) bzw.</p>		<p>Epigenetische Fragestellungen werden immer wichtiger und stellen die Einbahnstraße vom Gen zum Merkmal in Frage. So</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Methylierung und Acetylierung der DNA</b></li> <li>• <b>RNA-Interferenz</b></li> </ul>	<p>...erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6) (nur LK)</p>		<p>kann hier z.B. diskutiert werden, ob man durch einen gesunden Lebenswandel auch genetisch geprägte Krankheiten verzögern oder verhindern kann (z.B. Diabetes).</p>
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Ablauf der Proteinbiosynthese, Mutationen, Operon-Modell</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben III: Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Gentechnik**
- **Bioethik**

Zeitbedarf: **ca. 11 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 20 Std.** à 45 Minuten (LK)

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

**K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen

**B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben

**B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten

**K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (LK)

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Welche molekulargenetischen Werkzeuge und Verfahren gibt	...beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische	Raabits II/B2.10 – Die gentechnische Produktion von Insulin	

<p>es und wie beeinflussen sie unser Leben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Herstellung von Rekombinanten:</b></li> <li>• <b>Plasmid/Vektor, Restriktionsenzyme</b></li> <li>• <b>Transformation</b></li> <li>• <b>PCR, Gelelektrophorese</b></li> <li>• <b>Transduktion, Konjugation</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DNA-Typisierung: PCR</b></li> <li>• <b>DNA-Sequenzierung: DNA-DNA Hybridisierung, Strangabbruch-methode nach Sanger/Coulson</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>transgene Bakterien zur Stoffherstellung</b></li> <li>• <b>transgene Mäuse zur Untersuchung von Krankheiten</b></li> <li>• <b>transgene Pflanzen in der Lebensmittelindustrie</b></li> <li>• <b>Klonierung</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Genkartierung</b></li> <li>• <b>DNA-Chips, Hochdurchsatz-Sequenzierung</b></li> </ul>	<p>Grundoperationen (UF1) (auch LK)</p>	<p>CD Natura Biol.-Trainer Genetik</p> <p>Besuch in einem virtuellen Labor im Internet z.B. Xplore von BASF zum Kennenlernen und Anwenden grundlegender Labortechniken</p>	<p>Der Einsatz von PCR, Gelelektrophorese und weiterer grundlegender Verfahren kann am motivierenden Beispiel des genetischen Fingerabdrucks in der Kriminalistik verdeutlicht werden.</p>	
	<p>...erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1) (auch LK)</p>			
	<p>...begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3) (auch LK)</p>			
	<p>...stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3) (auch LK)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfred-Krupp-Schülerlabor an der Ruhruniversität Bochum</li> <li>• MoLab in Dortmund</li> <li>• Olsberg Institut für Biotechnologie</li> </ul>	<p>Es bieten sich außerschulische Lernorte (Universitäten, Firmen) an, um gentechnische Methoden selbst durchführen zu können, da in der Schule die notwendige Ausstattung nicht gegeben ist.</p>	
	<p>...geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung (nur LK) an und beurteilen Chancen und Risiken (B1, B3)</p>			
	<p>...beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen</p>	<p>Raabits II/B2.12 – Gentechnische Verfahren in Industrie,</p>		

	Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4) (nur LK)	Landwirtschaft und Medizin (Gruppenpuzzle) Raabits II/B4.1 – Ei“gen“artige Lebensmittel	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation der Kompetenzen beim Experimentieren beim Besuch eines echten oder virtuellen Labors</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ (Bioethik); angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu gentechnischen Verfahrensweisen</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## IF 5: Ökologie

<b>Unterrichtsvorhaben IV:</b>	Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das von Arten?
<b>Unterrichtsvorhaben V:</b>	Erforschung der Fotosynthese – Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie? <b>(nur LK)</b>
<b>Unterrichtsvorhaben VI:</b>	Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?
<b>Unterrichtsvorhaben VII:</b>	Synökologie II – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?
<b>Unterrichtsvorhaben VIII:</b>	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 (nur LK)**
- Mensch und Ökosysteme

### Basiskonzepte:

System:	Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf
Struktur und Funktion:	Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte
Entwicklung:	Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf: **ca. 45 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 75 Std.** à 45 Minuten (LK)



## Ökologie Inhaltsfeld 5

**Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Umweltfaktoren und ökologische Potenz**

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 14 Std** à 45 Minuten (LK)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- Die Schülerinnen und Schüler können ...
- **E1** Probleme und Fragestellungen
  - **E2** Wahrnehmung und Messung
  - **E3** Hypothesen
  - **E4** Untersuchungen und Experimente
  - **E5** Auswertung (**nur GK**)
  - **E7** Arbeits- und Denkweisen

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
<b>Reaktivierung von SI-</b>		Reaktivierung des Vorwissens	SI-Wissen wird reaktiviert, ein

<p><b>Vorwissen</b> vor allem aus der Jgst.7 (Nahrungspyramide, Nahrungskette, Energiefluss, Kohlenstoffkreislauf, Treibhauseffekt)</p>		<p>mit einem Lücken- bzw. Fehler-text</p>	<p>Ausblick auf Neues wird gegeben.</p>
<p>Wie ist die belebte Umwelt gegliedert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biosphäre, Ökosystem, Biozönose, Biotop, biotische und abiotische Umweltfaktoren</b></li> </ul> <p>Wie wirken sich verschiedene abiotische Faktoren auf das Vorkommen einer Art aus?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ökologische Potenz, Minimum, Optimum, Maximum</b></li> <li>• <b>Bioindikatoren (Zeigerarten)</b></li> </ul>	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4)</p>	<p>Mind-Map zur Gliederung der Biosphäre</p>	<p>Die SchülerInnen erhalten einen ersten Überblick über das Thema und die Gliederung des Halbjahres.</p>
<p>Wie lassen sich die Zusammenhänge zwischen abiotischen Faktoren und dem Vorkommen bzw. Wachstum von Arten im Freiland bzw. in kontrollierten Experimenten untersuchen? (nur LK)</p>	<p>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4)</p> <p>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und</p>	<p>z.B. Untersuchung eines Stücks Wiese oder des Bewuchses von Pflasterflächen in Abhängigkeit von der Trittbelastung</p> <p>z.B: Experimente zum Wachstum von Keimlingen (Kresse, Getreide usw.) in Abhängigkeit z.B. von der Temperatur, der Belichtung oder der Feuchtigkeit</p>	<p>Zur Durchführung von intensiven Freilanduntersuchungen bietet sich mit dem Leistungskurs auch der Besuch der biologischen Station am Sorpesee im Rahmen einer mehrtägigen Exkursion an.</p> <p>Es gibt <u>keine verbindliche Festlegung</u> mehr, welches Ökosys-</p>

	deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)	Temperaturorgel (Theorie, eventuell auch als Versuch)	tem zur Erarbeitung der ökologischen Inhalte genutzt wird, da auch im Zentralabitur keine speziellen Kenntnisse zu einem Ökosystem vorausgesetzt werden. Allerdings sollte es in der Q1 eher um ein <u>aquatisches Ökosystem</u> gehen, da mit dem Ökosystem Wald in der Sek.I ein terrestrischer Schwerpunkt gesetzt wurde.
Wie hängt der grundlegende Vorgang der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren ab? (nur GK) <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Abhängigkeit von den Faktoren Licht, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Temperatur</b></li> <li>• <b>Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren (Gesetz des Minimums)</b></li> <li>• <b>Licht- und Dunkelreaktion der Fotosynthese</b></li> </ul>	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5) <p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)</p>	Hier kann u.U. auf Messdaten der Leistungskurse zurückgegriffen werden. <p>Modell zum Elektronentransport in den Fotosystemen nach dem Prinzip der Elektronegativität (Personen als Symbol für die Stoffe, Tennisbälle als Symbol für die Elektronen)</p>	Für den LK gibt es zum Thema Fotosynthese ein eigenes stark experimentell geprägtes Unterrichtsvorhaben. Hier können aus Zeitgründen im Grundkurs nur die Grundlagen auf der Basis vorhandener Messdaten besprochen werden.
Wie wirkt sich der abiotische Faktor Temperatur auf Tiere und Pflanzen in ihrem Lebensraum aus? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>homiotherme und poikilotherme Tiere</b></li> </ul>	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) <p>erläutern die Aussagekraft von</p>	Regelkreis am Beispiel der Temperaturregulation bei gleichwarmen Lebewesen <p>Experimente zum Wärmeverlust von Körpern in Abhängigkeit von</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Temperaturregulation bei gleich- und wechselwarmen Tieren</b></li> <li>• <b>Allensche und Bergmannsche Regel</b></li> <li>• <b>Anpassungen von Pflanzen im Jahresverlauf</b></li> <li>• <b>Höhenzonierung der Vegetation</b></li> </ul>	<p>biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)</p>	<p>Volumen und Oberfläche</p> <p>Gruppenpuzzle zu den verschiedenen Überwinterungsstrategien (Winterschlaf usw.)</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation des Vorwissens mit einem Lücken- bzw. Fehlertext</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

**Unterrichtsvorhaben V:** Erforschung der Fotosynthese – Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?  
(nur LK)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Fotosynthese**

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E1** Probleme und Fragestellungen
- **E2** Wahrnehmung und Messung
- **E3** Hypothesen
- **E4** Untersuchungen und Experimente
- **E5** Auswertung
- **E7** Arbeits- und Denkweisen

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
<p>Wie ist die Fotosynthese entdeckt und erforscht worden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Analyse historischer Vorstellungen und Experimente (Aristoteles, Van Helmont, Priestley, Ingen-</b></li> </ul>	<p>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4)</p> <p>analysieren Messdaten zur Abhän-</p>	<p>Arbeitsblatt Historische Experimente</p> <p>Quantitative Experimente zur Abhängigkeit der Fotosynthese (mit der Wasserpest, Bläschen-</p>	<p>Im LK sollte die Analyse der historischen und die Planung, Durchführung und Auswertung eigener Experimente zur Fotosynthese im Vordergrund stehen.</p>

<p><b>housz, Senebier, de Saussure, Mayer, Sachs, Fischer, Experimente mit schwerem Sauerstoff usw.)</b></p> <p>Wie hängt der grundlegende Vorgang der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren ab?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Abhängigkeit von den Faktoren Licht, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Temperatur</b></li> <li>• <b>Netto- und Bruttofotosynthese</b></li> <li>• <b>Transport von Wasser in der Pflanze, Gaswechsel an den Stomata</b></li> <li>• <b>Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren (Gesetz des Minimums)</b></li> </ul>	<p>gigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5)</p>	<p>zähl-methode)</p>	
<p>Wie ist der genaue Ablauf der Fotosynthese?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Licht, Absorptionsspektren der Blattfarbstoffe</b></li> <li>• <b>Licht- und Dunkelreaktion der Fotosynthese im Detail</b></li> <li>• <b>Lokalisation der einzelnen Schritte der Fotosynthese im Chloroplasten (Zusammenhang von Struktur und</b></li> </ul>	<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)</p> <p>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der</p>	<p>Experiment zur chromatografischen Auftrennung der Blattfarbstoffe</p> <p>Modell zum Elektronentransport in den Fotosystemen nach dem Prinzip der Elektronegativität (Personen als Symbol für die Stoffe, Tennisbälle als Symbol für die Elektronen)</p>	<p>Während im Grundkurs das Verständnis für die Prinzipien der Fotosynthese im Vordergrund steht, sollten im LK auch die biochemischen Zusammenhänge im Detail einbezogen werden.</p>

<b>Funktion)</b> • u.U. Unterschiede zwischen C3, C4 und CAM-Pflanzen	ATP-Synthese (K3, UF1)		
<u>Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwerpunkt auf der praktischen, experimentellen Arbeit</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben VI: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Dynamik von Populationen**

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten (LK 15 Stunden)

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** Wiedergabe (nur LK)
- **E5** Auswertung (nur LK)
- **E6** Modelle
- **K4** Argumentation (**nur GK**)

Mögliche didaktische Leitfragen  
/ Sequenzierung inhaltlicher  
Aspekte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  
Die Schülerinnen und Schüler  
...

Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/  
Methoden

Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz

Wie beeinflussen sich Individuen gleicher oder unterschiedlicher Arten?

- **Übersicht über intra- und interspezifische Beziehungen**
- **Parasitismus und Symbiose als Beispiele für positive und negative interspezifische**

leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)

erklären mit Hilfe des Modells der

Vergabe von Referaten zu verschiedenen Beispielen zu Symbiose, Parasitismus oder auch Tarnung und Warnung

Kausalkreisschemata zur Verdeutlichung von Wechselbeziehungen (Regelkreis, Konkurrenzkreis, Aufschaukelungskreis)



<p><b>fische Beziehungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>intra- und interspezifische Konkurrenz</b></li> <li>• <b>Konkurrenzausschlussprinzip</b></li> <li>• <b>Methoden der Konkurrenzvermeidung und Koexistenz</b></li> <li>• <b>ökologische Nische, Einnischung</b></li> </ul>	<p>ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2)</p>	<p>Verwendung von Nischenschemata zur Verdeutlichung der Überlappung von ökologischen Nischen</p>	
<p>Wie und warum verändert sich die Größe von Populationen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formen des Populationswachstums (logistisch, exponentiell, fluktuierend)</b></li> <li>• <b>Fortpflanzungsstrategien (r- und k-Strategie)</b></li> <li>• <b>Abhängigkeit des Populationswachstums von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren</b></li> </ul>	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)</p>	<p>Streitgespräch zum Bevölkerungswachstum</p>	<p>Die verschiedenen Formen des Populationswachstums sollten anhand von einprägsamen Beispielen besprochen werden (z.B. Bären, Mäuse, Lemminge). Auch das besondere Problem des exponentiellen Wachstums der Weltbevölkerung kann hier thematisiert werden.</p>
<p>Lassen sich Regelmäßigkeiten in den Populationsgrößen von Räuber und Beute über längere Zeiträume finden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1.-3. Lotka-Volterra Regel</b></li> <li>• <b>Methoden der Schädlingsbekämpfung</b></li> <li>• <b>kritische Untersuchung der</b></li> </ul>	<p>untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)</p> <p><a href="#">vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells</a></p>	<p>Eigenständige Ableitung der Volterraschen Regeln aus einem populationsökologischen Würfelspiel (Marienkäfer und Blattläuse) und/oder Simulationen am Computer.</p>	

<p><b>langfristigen Folgen verschiedener Formen der Schädlingsbekämpfung</b></p>	<p>(E6) (nur LK)</p> <p>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p>		
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Referate</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben VII: Synökologie II – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?

<p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stoffkreislauf und Energiefluss</b></li> </ul> <p>Zeitbedarf: <b>ca. 8 Std.</b> à 45 Minuten  <b>ca. 15 Std.</b> à 45 Minuten (LK)</p>		<p><u>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</u></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF4 Vernetzung (nur LK)</b></li> <li>• <b>E6 Modelle (nur LK)</b></li> <li>• <b>B2 Entscheidungen</b></li> <li>• <b>B3 Werte und Normen (nur GK)</b></li> <li>• <b>B4 Möglichkeiten und Grenzen (nur LK)</b></li> </ul>	
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
<p>Wie sind die Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem beschaffen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nahrungskette und Nahrungsnetz</b></li> <li>• <b>Einordnung der Lebewesen in Trophieebenen</b></li> </ul>	<p>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)</p>	<p>Erstellen von Nahrungsketten bzw. Nahrungsnetzen mit ausgewählten Beispielorganismen.</p>	<p>Die Erarbeitung der allgemeinen Grundlagen zur Stoffkreisläufen und Energiefluss sollte am konkreten Beispiel eines Ökosystems (z.B. See) durchgeführt werden, um eine größere Motivation und Anschaulichkeit zu</p>

<p><b>(Produzenten, Konsumenten, Destruenten)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Produktions- und Energiepyramide</b></li> <li>• <b>Energiefluss in einem Ökosystem (Einbahnstraße der Energie)</b></li> </ul>			erreichen.
<p>Untersuchung ausgewählter Stoffkreisläufe anhand eines konkreten Ökosystems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kohlenstoffkreislauf</b></li> <li>• <b>Stickstoffkreislauf</b></li> </ul>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)</p>		<p>Beim Thema Kohlenstoffkreislauf kann ein Bezug zu dem bekannten Thema des Klimawandels hergestellt werden.</p>
<p>Wie groß ist mein ökologischer Fußabdruck und wie kann ich ihn reduzieren?</p>	<p>entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)</p>	<p>Material zum ökologischen Fußabdruck bei <a href="http://www.multivision.info">www.multivision.info</a> (fair future)</p>	<p>Über den ökologischen Fußabdruck kann eine Sensibilität für die globalen Folgen individuellen Handelns geschaffen werden.</p>
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“;</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

Unterrichtsvorhaben VIII: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?			
<u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mensch und Ökosysteme</b></li> </ul> Zeitbedarf: <b>ca. 10 Std.</b> à 45 Minuten <b>ca. 15 Std.</b> à 45 Minuten		<u>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</u> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF2</b> Auswahl (nur LK)</li> <li>• <b>K4</b> Argumentation (nur LK)</li> <li>• <b>E5</b> Auswertung (<b>nur GK</b>)</li> <li>• <b>B2</b> Entscheidungen</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie verändern sich Ökosysteme im Laufe der Zeit? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zyklische Veränderungen (z.B. Jahreszyklus eines Sees)</b></li> <li>• <b>sukzessive Veränderungen (z.B. vom See zum Moor)</b></li> </ul> Welchen Einfluss hat der	leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4)	Experimente zur Wasserschichtung und Wasserzirkulation in einem See zu verschiedenen Jahreszeiten  Hier kann auf Daten vom Sorpesee zurückgegriffen werden: <a href="http://www.oekosorpe.de">www.oekosorpe.de</a>	In diesem Unterrichtsvorhaben kann auch die historische Zerstörung und der derzeit stattfindende Umbau der Emscher in ein naturnahes Gewässer in das Zentrum gestellt werden.

<p>Mensch auf die Dynamik des Wandels von Ökosystemen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>z.B. Beschleunigung der Eutrophierung von Gewässern durch den Menschen</b></li> </ul>			
<p>Darf der Mensch die Natur uneingeschränkt für seine Zwecke nutzen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>z.B. Untersuchung verschiedener Nutzungsinteressen an einem See (Fischer, Naturschützer, Sportler, Badende, Spaziergänger usw.)</b></li> </ul>	<p>diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)</p>	<p>Podiumsdiskussion</p>	
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B.</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## IF 6: Evolution

**Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?

(LK zusätzlich: Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?)

**Unterrichtsvorhaben II:** Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch? Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?

(LK zusätzlich: Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entwicklung der Evolutionstheorie (nur LK)
- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

### Basiskonzepte:

System: Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität (nur LK)

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

Entwicklung: Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Minuten (GK)  
ca. 48 Std à 45 Minuten (LK)

## Evolution Inhaltsfeld 6

**Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?  
 LK zusätzlich: Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Stammbäume (Teil 1)
- Entwicklung der Evolutionstheorie (LK)

Zeitbedarf: **ca. 16 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 22 Std** à 45 Minuten (LK)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** Wiedergabe
- **UF3** Systematisierung
- **K4** Argumentation
- **E7** Arbeits- und Denkweisen (LK)
- **E2** Wahrnehmung und Messung (LK)
- **E3** Hypothesen (LK)

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
--	---	---	---



<b>Reaktivierung von SI-Vorwissen</b>	Wiedergabe (UF1)	Reaktivierung des Vorwissens mit einem Quiz. SuS erlangen einen Überblick über bevorstehende Themen und reaktivieren ihr Vorwissen zu Darwin und Lamarck	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.
<p>Wie entwickelte sich die Evolutionstheorie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evolutionstheorien, Schöpfungsgeschichte</b></li> <li>• <b>Lamarck, Darwin, Kreationismus, Synthetische Evolutionstheorie u.a.</b></li> </ul>	<p>stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4)</p> <p>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7) (nur LK)</p> <p>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nichtnaturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2,K4) (nur LK)</p>	SuS erarbeiten mit Hilfe von Informationstexten die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Evolutionstheorien (Fitness)	ggf. Internetrecherche und selbstständige Quellensuche Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhaltsbezogen beurteilt.
<p>Wie verändern Evolutionsfaktoren Genfrequenzen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Genotypische und Variabilität von Populationen</b></li> <li>• <b>ncDNA= Kern-DNA, mtDNA= mitochondriale DNA, Gen, Allel, Genpool</b></li> <li>• <b>Mutation</b></li> </ul>	<p>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1)</p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Viel-</p>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rekombination</b></li> <li>• <b>phänotypische Variationen</b></li> <li>• <b>LK: Hardy-Weinberg-Gesetz</b></li> </ul>	<p>falt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3) (nur LK)</p> <p>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6)</p> <p>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6) (nur LK)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>natürliche Selektion</b></li> <li>• <b>abiotische und biotische (innerartliche/ zwischenartliche) Selektionsfaktoren</b></li> </ul> <p>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Selektionsformen: stabilisierend, gerichtet, aufspaltend</b></li> </ul>	<p>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4)</p>	<p>Tabellarische Erstellung der biotischen und abiotischen Selektionsfaktoren auf Plakaten</p> <p>Bilder von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen</p> <p>SuS wenden Ihr Wissen in Bezug auf neue Bsp. an und sind in der Lage, den jeweiligen Selektionstyp zu skizzieren</p>	<p>Phänomen: Sexualdimorphismus</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gendrift</b></li> <li>• <b>Genfluss</b></li> </ul>		<p>Die SuS erarbeiten arbeitsteilig den Einfluss der Gendrift und des Genflusses auf die Veränderung der Genfrequenz</p>	<p>SuS stellen sich ihre Ergebnisse in Partnerarbeit gegenseitig vor</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Isolation</b></li> <li>• <b>Isolationsmechanismen</b></li> <li>• <b>geographische, ökologische, jahreszeitliche...</b></li> </ul>		<p>SuS erstellen eine skizzierte Übersicht zu allen Isolationsmechanismen</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Art (Definitionen)</b></li> <li>• <b>Artbildung (allopatrisch und sympatrisch)</b></li> <li>• <b>versch. Bsp. adaptiver Radiation</b></li> </ul>	<p>erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1)</p> <p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4)</p>	<p>SuS entwickeln auf der Basis von Informationstexten selbstständig Schemata zur Veranschaulichung der sympatrischen und allopatrischen Artbildung.</p>	<p>adaptive Radiation am Bsp. der Darwinfinken, Säugetiere und Beuteltiere in Australien</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evolutionsbelege</b></li> <li>• <b>Biogeographie: Erdzeitalter, Plattentektonik</b></li> <li>• <b>Parasitologie (am Bsp. von Läusen oder Grippeviren)</b></li> <li>• <b>Coevolution</b></li> <li>• <b>Morphologie/Anatomie: Homologie/Analogie</b></li> <li>• <b>Konvergenz/ Divergenz</b></li> <li>• <b>Rudimente/ Atavismen</b></li> <li>• <b>Entwicklungsbiologie/</b></li> </ul>	<p>deuten Daten zu anatomisch morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3)</p> <p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p>	<p>Arbeitstexte aus dem Buch und Informationen aus dem Internet als Grundlage zur Erstellung informativer Plakate zu jedem Arbeitsbereich der Biologie mit Vorträgen</p>	<p>Homologie und Analogien an Bsp. vertieft</p> <p>Bsp. Coevolution im Internet recherchieren</p>

<p><b>Embryologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Homologien in Entwicklung</b></li> <li>• <b>Biogenetische Grundregel (Haeckel)</b></li> <li>• <b>evtl. Homöoboxgene</b></li> <li>• <b>Ethologie: Homologien im Verhalten</b></li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>z.B. Präzipitintest, Sequenzierung, DNA-Hybridisierung, Aminosäuresequenzanalyse</b></li> </ul>	<p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6)</p> <p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3)</p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. Mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken?) (E2, E5)</p> <p>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2) (nur LK)</p>	<p>Biochemie/Molekularbiologie</p> <p>SuS vergleichen und beurteilen die Ergebnisse unterschiedlicher Analysemethoden (Arbeitsblatt/ Infotext im Buch)</p>	<p>SuS sollen in der Lage sein, die Aussagekraft der Methoden vergleichend zu beurteilen</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Paläontologie</b></li> <li>• <b>Methoden der Fossilisation</b></li> <li>• <b>Lebende Fossilien</b></li> <li>• <b>ggf. Altersbestimmung (Kalium-Argon-Methode, Radiocarbonmethode)</b></li> <li>• <b>Übergangsformen (Archäopteryx)</b></li> </ul>	<p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6)</p>	<p>Puzzle zu Fossilien und Fundstücken</p> <p>Stationsbetrieb zu den Methoden der Altersbestimmung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systematik</b></li> <li>• <b>binäre Nomenklatur und phylogenetischer Stammbaum</b></li> <li>• <b>Ordnung von Lebewesen</b></li> <li>• <b>künstliche/ natürliche Systeme</b></li> <li>• <b>Stammbäume/ phylogenetische Systematik (Kladogramme)</b></li> <li>• <b>Grundlegende Zusammenhänge innerhalb des Wirbeltierstammbaums</b></li> <li>• <b>fünf Reiche der Lebewesen (Prokaryoten, Protisten (Einzeller), Pilze, Pflanzen, Tiere)</b></li> </ul>	<p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der Binären Nomenklatur (UF1, UF4)</p> <p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4)</p> <p>SuS erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5)</p>	<p>Informationstexte oder Internetrecherche</p>	<p>SuS bekommen die Möglichkeit, Stammbäume oder Kladogramme auf der Grundlage der Ergebnisse verschiedener Analysemethoden zu erstellen</p>

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluation des Vorwissens mit einem Quiz

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur / Kurzvortrag/ schriftliche Überprüfungen der Hausaufgaben

**Unterrichtsvorhaben II:** Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch? Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?  
 LK zusätzlich: Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Evolution des Menschen**
- **Stammbäume (Teil 2)**

Zeitbedarf: **ca. 12 Std.** à 45 Minuten (GK)  
**ca. 26 Std.** à 45 Minuten (LK)

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.
- **E7 Arbeits- und Denkweisen (LK)**
- **UF3** Systematisierung
- **K4** Argumentation

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die SuS ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
<b>Doppelte Evolution des Menschen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kulturelle Evolution</b></li> <li>• <b>Biologische Evolution</b></li> </ul>		Einordnung fossiler und rezenter Hinweise zur Evolution des Menschen  SuS erarbeiten mit Hilfe des	SuS erstellen ggf. auf Plakaten einen Zeitstrahl zur kulturellen Evolution des Menschen

		Buchtextes die kulturelle Evolution als Besonderheit des heutigen Menschen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stellung des Menschen im natürlichen System</b></li> <li>• <b>phylogenetische Stellung der Primaten bzw Hominiden</b></li> <li>• <b>Stammbaum der Primaten, Hominiden,</b></li> <li>• <b>Kladogramm</b></li> </ul>	<p>ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3)</p> <p>bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs ausfachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fossilgeschichte des Menschen</b></li> <li>• <b>Neanderthaler: Vergleich der Anatomie, Intelligenz, Kultur, Prüfung der Hypothesen seines Verschwindens</b></li> <li>• <b>Lucy: aufrechter Gang</b></li> </ul>	<p>diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch- konstruktiv (K4, E7, B4)</p>	<p>Besuch im Neanderthalmuseum in Mettmann</p> <p>SuS ordnen den Vormenschen tabellarisch den Zeitraum, Hirnvolumen, Besonderheiten im Körperbau, Lebensweise und Werkzeuge zu.</p> <p>Australopithecus, Homo habilis, Homo erectus, Homo sapiens neandertalensis, Homo sapiens sapiens</p>	<p>Ausgewählte Filme informieren über Besonderheiten der jeweiligen Vormenschen und vermitteln eine Vorstellung der Lebensweisen</p> <p>Schädelmodelle aus der Biologiesammlung werden untersucht und den Vormenschen begründet zugeordnet.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evolution der Sexualität</b></li> <li>• <b>sexuelle Selektion</b></li> </ul>	<p>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme,</p>	<p>Informationstexte (von der Lehrkraft ausgewählt) zu Beispielen aus dem Tierreich und zu ulti-</p>	<p>Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>inter- und intrasexuelle Selektion</b></li> <li>• <b>reproduktive Fitness</b></li> <li>• <b>Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?</b></li> <li>• <b>Paarungssysteme (Monogamie/Polygamie, Promiskuität)</b></li> <li>• <b>Habitatwahl</b></li> </ul>	<p>Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</p>	<p>maten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualelektionstheorie)</p> <p>Daten aus der Literatur zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans</p> <p>Graphiken / Soziogramme</p>	<p>grundlegenden Theorien analysiert.</p> <p>Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.</p> <p>Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.</p>
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angekündigte Kurztests, Kurzvortrag möglich</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## IF 4: Neurobiologie (Grundkurs)

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

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

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

### Basiskonzepte:

System:	Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut
Struktur und Funktion:	Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, Sympathicus, Parasympathicus
Entwicklung:	Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: **ca. 28 Std.** à 45 Minuten

## Neurobiologie (GK)

### Inhaltsfeld 4

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Aufbau und Funktion von Neuronen**
- **Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung**

Zeitbedarf: **ca. 20 Std.** à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** Wiedergabe
- **UF2** Auswahl
- **E6** Modelle
- **K3** Präsentation

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materia- lien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmer- kungen und Empfehlungen so- wie Darstellung der verbindli- chen Absprachen der Fachkon- ferenz
<b>Reaktivierung von SI- Vorwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unterschiedliche Reize</b></li> <li>• <b>Aufbau Auge</b></li> </ul>		Reaktivierung des Vorwissens mit einem Multiple-Choice Test.	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gege- ben.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizreaktionskette</li> <li>• EVA-Prinzip (Eingabe/Verarbeitung/Ausgabe)</li> <li>• Lernen</li> <li>• Insulin, Diabetes</li> <li>• Geschlechtshormone, Zyklus</li> <li>• Aufbau und Funktion der Biomembran</li> </ul>			
<p>Wie ist eine Nervenzelle aufgebaut und wie funktioniert sie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Funktion der Nervenzelle</b></li> <li>• <b>Intrazelluläre und extrazelluläre Ableitungen</b></li> <li>• <b>Ruhepotential</b></li> <li>• <b>Aktionspotential</b></li> <li>• <b>saltatorische Erregungsleitung</b></li> <li>• <b>Aufbau u. Funktion der Synapse</b></li> <li>• <b>Codierung</b></li> <li>• <b>Synaptische Integration</b></li> <li>• <b>Störung der Synapse</b></li> <li>• <b>Wirkung auf die Zelle, Organ(ismus), Gesellschaft</b></li> <li>• <b>Reizreaktionskette</b></li> <li>• <b>Aufbau und Funktion des Nervensystems</b></li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</p> <p>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)</p> <p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (e6, UF1, UF2, UF4)</p> <p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1)</p> <p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der</p>	<p>Umwandlung Text in eigene Abbildung</p> <p>Neuronenmodelle aus Pfeifenputzern</p> <p>Modell: zunehmende Depolarisierung =&gt; Na Einstrom =&gt; weitere Kanäle öffnen (Signalverstärkung)</p> <p>Domino-Versuch: Vergleich kontinuierliche/ diskontinuierliche Leitung</p> <p>Umformung aus Abbildung =&gt; Flussdiagramm</p> <p>Abbildungen zur Synapse</p> <p>Referate: Curare, Tetrodoto-</p>	<p>höhere Behaltensleistung bei eigenem Zeichnen</p> <p>Das Ansprechen der Leitung an nicht myelinisierten Fasern darf nicht fehlen!</p>

<p>• <b>u.a. vegetatives NS</b></p>	<p>Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)</p> <p>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)</p> <p>erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4),</p> <p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3),</p> <p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1)</p>	<p>xin...</p> <p>Schmerzweiterleitung</p> <p>Referate: Botox ... Möglicher Einsatz: Kriegswaffe Schönheitsindustrie Medizin ...</p> <p>Beispiel Auge</p> <p>Flussdiagramm</p> <p>die mündliche Abprüfung steht gleich an ... (Reaktion des vegetativen Nervensystems auf die Prüfungssituation)</p> <p>Tabellen, Abbildungen</p>	
-------------------------------------	---	--	--

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluation des Vorwissens mit einem Multiple-Choice-Test

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur / Kurzvortrag

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Plastizität und Lernen**

Zeitbedarf: **ca. 8 Std.** à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **K1** Dokumentation
- **UF4** Vernetzung

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
<p>Wie funktioniert unser Gedächtnis?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationsverarbeitungssysteme des ZNS</b></li> <li>• <b>bildgebende Verfahren der Hirnforschung</b></li> </ul>	<p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1)</p> <p>ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)</p> <p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4)</p>	<p>Modell Markowitsch</p> <p>a) zeit- b) inhaltsbezogenes Gedächtnismodell</p> <p>Lerntypentest</p> <p>funktionelle Magnetresonanztomografie fMRT</p> <p>Infotexte, Bilder, Film</p>	

<p>Wie funktioniert unser Gehirn im Alter?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alzheimer</b></li> </ul>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3)</p>	<p>Recherche analoge/digitale Medien</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lerntypentest zur Optimierung der Abiturvorbereitung</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Rechercheaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B.</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			



## IF 4: Neurobiologie (Leistungskurs)

**Unterrichtsvorhaben III:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?

**Unterrichtsvorhaben IV:** Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?

**Unterrichtsvorhaben V:** Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

### Basiskonzepte:

System:	Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung
Struktur und Funktion:	Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer
Entwicklung:	Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

## Neurobiologie (LK)

### Inhaltsfeld 4

**Unterrichtsvorhaben III:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** Wiedergabe
- **UF2** Auswahl
- **E1** Probleme und Fragestellungen
- **E2** Wahrnehmung und Messung
- **E5** Auswertung
- **E6** Modelle

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
<b>Reaktivierung von SI-Vorwissen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Unterschiedliche Reize</b></li> <li>• <b>Aufbau Auge</b></li> </ul>		Reaktivierung von Vorwissen mit einem Multiple-Choice-Test	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizreaktionskette</li> <li>• EVA-Prinzip (Eingabe/Verarbeitung/Ausgabe)</li> <li>• Lernen</li> <li>• Insulin, Diabetes</li> <li>• Geschlechtshormone, Zyklus</li> <li>• Aufbau und Funktion der Biomembran</li> </ul>			
<p>Wie ist eine Nervenzelle aufgebaut und wie funktioniert sie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Funktion der Nervenzelle</b></li> <li>• <b>Patch-Clamp-Technik</b></li> <li>• <b>Extra- intrazelluläre Ableitungen</b></li> <li>• <b>Ruhe- und Aktionspotential</b></li> <li>• <b>kontinuierliche / saltatorische Erregungsleitung</b></li> <li>• <b>Aufbau und Funktion der Synapse</b></li> <li>• <b>Codierung</b></li> <li>• <b>Synaptische Integration</b></li> <li>• <b>Störung der Synapse</b></li> <li>• <b>Wirkung auf die Zelle, Organ(ismus)</b></li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</p> <p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)</p> <p>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)</p> <p>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)</p> <p>erläutern die Verschaltung von</p>	<p>Umwandlung Text in eigene Abbildung</p> <p>Neuronenmodelle aus Pfeifenputzern</p> <p>Abbildungen/Film</p> <p>Entwicklung von Schemata zu Ionenströmen durch die Membran während der verschiedenen Phasen eines Aktionspotenzials</p> <p>Abbildungen</p> <p>Dominoversuche</p> <p>Umformung: Abbildung =&gt; Flussdiagramm</p> <p>Abbildungen</p> <p>Referate: Curare, Botox, Tetro-</p>	<p>Höhere Behaltensleistung bei eigenem Zeichnen</p> <p>Um ein besseres Verständnis zu erreichen ist eine Wiederholung der Themen Diffusion und Osmose im Vorfeld durch die SuS sinnvoll!</p>

	<p>Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)</p> <p>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)</p>	<p>dotoxin ...</p> <p>Schmerzweiterleitung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Funktion des Nervensystems</b></li> <li>• <b>u.a. vegetatives NS</b></li> </ul>	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1)</p>	<p>Tabellen, Abbildungen die Abiturklausur steht an ... (Reaktion des vegetativen Nervensystems auf die Prüfungssituation)</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation des Vorwissens mit einem Multiple-Choice-Test</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B.</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben IV: Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?

<u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Leistung der Netzhaut</b></li> <li>• <b>Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)</b></li> </ul> <p>Zeitbedarf: <b>ca. 8 Std.</b> à 45 Minuten</p>		<u>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</u> <p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E6 Modelle</b></li> <li>• <b>K3 Präsentation</b></li> </ul>	
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
<b>Reaktivierung von SI-Vorwissen zum Auge</b>		z.B. Arbeitsblätter, Quiz, Lückentext	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.
Wie sehen wir wirklich? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau und Funktion der Netzhaut</b></li> <li>• <b>Farb- und Kontrastwahrnehmung</b></li> <li>• <b>Signaltransduktion</b></li> <li>• <b>vom Reiz über das Gehirn bis zum Erfolgsorgan</b></li> </ul>	erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4)  stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des se-	Abbildungen von optischen Täuschungen  Modelle, Abbildungen  Flussdiagramm	Optische Täuschungen können Anlass geben zur Erkundung der anatomischen und physiologischen Hintergründe

	<p>cond messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1)</p> <p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3)</p>		
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“; angekündigte Kurztests möglich, z. B.</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben V: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Plastizität und Lernen**
- **Methoden der Neurobiologie (Teil 2)**

Zeitbedarf: **ca. 17 Std.** à 45 Minuten

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie funktioniert unser Gedächtnis? <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem</b></li> </ul>	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1)	Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“ Diese enthält: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsblätter zu Mehr-</li> </ul>	An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bau des Gehirns</b></li> <li>• <b>Hirnfunktionen</b></li> </ul> <p>Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Neuronale Plastizität</b></li> </ul> <p>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PET</b></li> <li>• <b>MRT, fMRT</b></li> </ul>	<p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)</p> <p>stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4)</p>	<p>speichermodellen:</p> <p>a) Atkinson &amp; Shiffrin (1971)  b) Brandt (1997)  c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS:  <a href="http://paedpsych.jk.unilinz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html">http://paedpsych.jk.unilinz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html</a></li> </ul> <p>gestufte Hilfen mit Leitfragen zum Modellvergleich</p> <p>Informationstexte zu</p> <p>a) Mechanismen der neuronalen Plastizität  b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter</p> <p>MRT und fMRT Bilder, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen.</p> <p>Informationstexte, Bilder und kurze Filme zu PET und fMRT</p>	<p>Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress</li> <li>• Schlaf bzw. Ruhephasen</li> <li>• Versprachlichung</li> <li>• Wiederholung von Inhalten</li> </ul> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p>Wie beeinflusst Stress unser Lernen?</p>		<p>Ggf. Exkursion an eine Universität (Neurobiologische Abteilung)</p>	<p>Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleis-</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis</b></li> <li>• <b>Cortisol-Stoffwechsel</b></li> </ul>		<p>oder entsprechendes Datenmaterial</p> <p>Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol)</p> <p>Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS</p>	<p>tungen in Ruhe und bei Störungen werden ausgewertet. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS)</p> <p>Konsequenzen für die Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.</p>
<p>Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Degenerative Erkrankungen des Gehirns</b></li> </ul>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3)</p>	<p>Recherche in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden.</p> <p>formale Kriterien zur Erstellung eines Flyers</p> <p>Beobachtungsbögen</p> <p>Reflexionsgespräch</p>	<p>Informationen und Abbildungen werden recherchiert.</p> <p>An dieser Stelle bietet es sich an, ein Lernprodukt in Form eines Informationsflyers zu erstellen.</p> <p>Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen beobachtet und reflektiert.</p>
<p>Wie wirken Neuroenhancer?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Neuro-Enhancement</b></li> <li>• <b>Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS</b></li> </ul>	<p>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)</p> <p>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche</p>	<p>Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern</p> <p>Partnerarbeit</p> <p>Kurzvorträge mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt)</p> <p>Unterrichtsgespräch</p>	<p>Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet.</p> <p>Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert.</p>

	Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).	Erfahrungsberichte  Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden? Rollenkarten mit Vertretern verschiedener Interessengruppen.	An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“: „Handreichung für effizientes Lernen“</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angekündigte Kurztests</li> <li>• Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Endorphine und Sport)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Die Fachkonferenz Biologie hat 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 Basis-konzepten 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.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die folgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

### Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Bei der Bewertung der sonstigen Mitarbeit sind folgende Bereiche von Unterrichtsbeiträgen von Bedeutung:

- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen,
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache,
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten,
- Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung,
- manuelle Fertigkeiten (z.B. beim Zeichnen, Experimentieren)
- Erstellung von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate, Modelle,
- Erstellen und Vortragen eines Referates,
- Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios,
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit,
- kurze schriftliche Überprüfungen (Grenze zur mangelhaften Leistung: 40%)
- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen (Bei den Beiträgen zum Unterrichtsgespräch ist vor allem auf die Qualität der Beiträge zu achten, selbstverständlich muss aber auch die Kontinuität der Mitarbeit einbezogen werden.).
- Speziell bei der Bewertung der mündlichen Beiträge können folgende Kriterien als Anhaltspunkte dienen:

Note	Definition	Kriterien
1	Die Leistung entspricht den Anforderungen in ganz besonderem Maße.	- Erkennen des Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang - sachgerechte und ausgewogene Beurteilung

Note	Definition	Kriterien
		<p>lung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung</li> <li>- klare sprachliche Darstellung</li> </ul>
2	Die Leistung entspricht in vollem Umfang den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis schwieriger Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas</li> <li>- Erkennen des Problems</li> <li>- Unterscheidung zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem,</li> <li>- die Kenntnisse reichen über die Unterrichtsreihe hinaus</li> </ul>
3	Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmäßige und freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>- im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet</li> <li>- Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe</li> </ul>
4	Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nur gelegentliche freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>- Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig</li> </ul>
5	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>- Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig</li> <li>- Grundkenntnisse sind vorhanden</li> <li>- Die Mängel sind in absehbarer Zeit behebbar</li> </ul>
6	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>- Äußerungen nach Aufforderung sind falsch</li> <li>- Auch Grundkenntnisse sind lückenhaft</li> <li>- Die Mängel erscheinen in absehbarer Zeit nicht behebbar</li> </ul>

In der Sekundarstufe I hatte der Lehrer noch grundsätzlich die Pflicht, von stilleren Schülern Beiträge einzufordern. Fehlende freiwillige Beiträge zum Unterrichtsgespräch waren keine hinreichende Begründung für eine mangel-

hafte Benotung. In der Sekundarstufe II haben die Schüler hingegen grundsätzlich eine Bringschuld.

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis von Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Bei der Leistungsbewertung sind prozessbezogene und konzeptbezogene Kompetenzen gleichwertig zu berücksichtigen.

Die Lehrpersonen sollen sich schriftliche Notizen zur sonstigen Mitarbeit anfertigen. Als Minimum sind drei bewertete Beiträge (mit Datum) mit unterschiedlichen Themen und aus unterschiedlichen Leistungsbereichen anzusehen.

Referate und schriftliche Übungen können das Leistungsniveau eines Schülers nicht grundlegend verändern. Sie sind bei der Ermittlung der Endnote von untergeordneter Bedeutung. Ihr Gewicht sollte etwa dem von 1-2 Unterrichtsstunden entsprechen.

Lernerfolgskontrollen können verschiedene Formen annehmen. Neben schriftlichen Übungen können dies z.B. auch Lerntagebücher, Portfolios oder andere schüleraktivierende Formen der Erfolgskontrollen sein.

### **Beurteilungsbereich: Klausuren**

- In der Oberstufe zählt der schriftliche Bereich 50% der Gesamtnote, in der Jahrgangsstufe 10 soll im Zweifelsfall die sonstige Mitarbeit stärker gewichtet werden, da dort nur eine Arbeit pro Halbjahr geschrieben wird.
- Klausuren sollen generell anhand eines Punkteschemas bewertet werden. Bezüglich der Notengrenzen erfolgt eine Orientierung am Zentralabitur (z.B. Grenze zur Note mangelhaft bei 40% der Punkte).
- Die Notengebung erfolgt grundsätzlich unter pädagogischen Gesichtspunkten. Bei der Bildung der Gesamtnote sollte nicht nur in eine Richtung gerundet werden, es sei denn, dass dies pädagogisch begründet ist.
- Bei der Stellung der Klausur müssen alle drei Anforderungsbereiche berücksichtigt werden, wobei der Schwerpunkt im Bereich II liegen muss. Der Anforderungsbereich I sollte etwa 30%, der Anforderungsbereich II circa 50% und der Anforderungsbereich III etwa 20% ausmachen.
- Jede Klausur umfasst in der Regel zwei Aufgaben, wobei im Grundkurs jeweils 3 und im Leistungskurs jeweils 3-5 Teilaufgaben gestellt werden sollen, die alle einen Materialbezug aufweisen. Die unterschiedlichen Anforderungen im Grund- und Leistungskurs müssen z.B. durch Umfang und Komplexität der zu bearbeitenden Materialien, die Schwierigkeit der Aufgabenstellung oder die zur Bearbeitung der Aufgabe notwendigen Vorkenntnisse deutlich erkennbar sein. Die Punkte für die einzelnen Teilaufgaben und die Anforderungsbereiche können als zusätzliche Orientierungshilfe für die Schülerschaft angegeben werden.

- Die Klausuren in der Einführungsphase sollen gegenüber den nachfolgenden Klausuren der Qualifikationsphase gekennzeichnet sein durch:
  - formale und arbeitstechnische Vorbereitung der Klausur im Unterricht
  - stärkere Anleitung der SuS zu selbstständiger Vorbereitung auf die Klausur (Aufzeichnungen, Protokolle, Arbeitsblätter, Lehrbuch)
  - enger begrenztes Stoffgebiet.
  - weniger komplexes und durch die Darstellungsweise leichter zugängliches Arbeitsmaterial
  - stärkere Untergliederung des Problemfeldes in der Aufgabenstellung
  - differenziertere Angaben von notwendigen Arbeitsschritten.
- Bei der Formulierung der Aufgaben ist die Nutzung der Operatoren des Faches Biologie verbindlich. Die Operatorenliste muss in der Jahrgangsstufe 10 vorgestellt und besprochen werden. Eine Beilage der Liste zu den Klausuren ist bis zur Jahrgangsstufe 11 möglich.
- In der Einführungsphase wird eine Klausur pro Halbjahr im Zeitumfang von zwei Schulstunden geschrieben. In den Jahrgangstufen 11 und 12.1 sind es hingegen zwei Klausuren pro Halbjahr, die im GK drei und im LK vier Schulstunden umfassen. Die erste Grundkursklausur im Schulhalbjahr 11.2 (Ökologie) kann durch eine Facharbeit ersetzt werden. Im Schulhalbjahr 12.2 entsprechen die Klausuren den Abiturbedingungen, d.h. sie umfassen im GK 3 Stunden und im LK 4,25 Stunden. Dies bedeutet auch, dass spätestens zu diesem Zeitpunkt die Auswahl von zwei aus drei gegebenen Aufgaben ermöglicht werden muss.
- Bei der Korrektur sind Randbemerkungen nicht ausreichend, es muss für jede Klausur ein Gutachten erstellt werden. Zur Kennzeichnung der Fehler sollen in der Fachschaft einheitliche Fehlerzeichen zur Anwendung kommen. Insgesamt müssen dem Schüler Fehler, Mängel und Vorzüge der Arbeit aufgezeigt werden. Die Art der Korrektur muss die Bewertung der Klausur für den Schüler nachvollziehbar machen und Hilfen für die zukünftige Arbeit bereitstellen. Die Bewertung muss anhand eines Kriterienrasters erfolgen.
- Bei der Bewertung sollen wie im Zentralabitur Punkte für Formalia und Darstellungsleistung (sprachlich / logisch) eingeplant werden, wobei der Anteil dieser Punkte an der Gesamtpunktzahl etwa 10% betragen soll. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Abwertung der Arbeit um bis zu drei Notenpunkte.
- Um dem Fachkollegium die Stellung von Klausuren zu erleichtern und eine Vereinheitlichung der Anforderungen zu erreichen, wird jedes Fachschaftsmitglied gebeten je eine Kopie der gestellten Klausuren möglichst inklusive Erwartungshorizont im Klausurordner der Fachschaft abzuheften.
- Formelle Anforderungen an Klausuren in der Oberstufe: angemessener Rand; Gliederung in Teilaufgaben; Nummerierung der Seiten; Klausurkopf mit Datum, Name, Kursart, Jahrgangsstufe, Nummer der Klausur
- In der Oberstufe keine Verwendung von Heften, nur noch Klausurbögen.



## 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 Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen. Für den zweiten Prüfungsteil soll ein Gesprächsleitfaden vorgelegt werden.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Haranni-Gymnasium derzeit kein neues Schulbuch eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII orientiert. In der Jahrgangsstufe 10 (EF) wird momentan mit dem Lehrwerk *Biologie. Zelle und Energiestoffwechsel* (Cornelsen Verlag) gearbeitet. In den nachfolgenden Jahrgängen 11 und 12 (Q1 und Q2) wird das Lehrwerk *Biologie Oberstufe. Band 12/13* des Cornelsen Verlags verwendet.

Alle Bücher werden von der Schule bereitgestellt. Lediglich die Organisationsleistungskurse in der Oberstufe sind selbst für die Anschaffung der Bücher zuständig.

### 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

Für die Fächer Biologie und Sport bietet sich eine fächerverbindende Kooperation in der Einführungsphase an. Im Rahmen des Unterrichtsvorhabens V: „Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*“ können im Sportunterricht Fitnessstests durchgeführt und Trainingsformen vorgestellt werden, welche im Biologieunterricht interpretiert und mithilfe der Grundlagen des Energiestoffwechsels reflektiert 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.

#### Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet am Ende der Einführungsphase eine fachübergreifende Projektwoche statt. Es liegen schulinterne Richtlinien für die Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit vor, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den wissenschaftlichen Fachbereichen berücksichtigen. Den Schülerinnen und Schülern werden in der Projektwoche diese schulinternen Kriterien vermittelt.

#### Exkursionen

In der gymnasialen Oberstufe sollen nach Möglichkeit und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gülti-

gen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind zahlreiche Exkursionsziele und Themen denkbar.

Das Haranni-Gymnasium liegt zentral im Ruhrgebiet. Exkursionen können innerhalb des Ruhrgebiets problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Eine Untersuchung des Ostbaches im Rahmen der Fließgewässerökologie kann sogar zu Fuß durchgeführt werden. Auch die Biologische Station östliches Ruhrgebiet ist fußläufig erreichbar. Mit den Leistungskursen wird häufig eine mehrtägige Exkursion zum Sorpesee zur eingehenden Untersuchung eines stehenden Gewässers in Kooperation mit der dortigen Biologischen Station durchgeführt. Im Halbjahr mit dem Themenschwerpunkt Genetik bietet sich der Besuch eines Schülerlabors der umliegenden Universitäten an, um aufwändigere Experimente durchzuführen, die mit schulischen Mitteln nicht umsetzbar sind. Beim Thema Evolution lohnt sich ein Besuch des Neandertal-Museums in Mettmann.

## 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 (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

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