max ernst
Gymnasium der Stadt Brühl

Schulinterner Lehrplan zum Lernlehrplan der gymnasialen Oberstufe, EF

Biologie

(Fassung vom 09.08.2022)

letzte Überarbeitung am 26.10.25

Der schulinterne Lehrplan (SchiLp) Biologie des MEG richtet sich nach den Vorgaben des Kernlehrplans Biologie NRW (einsehbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/ und tritt zum 1.8.2022 für die EF aufsteigend in Kraft.

Inhalt

Teil I:

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit
2. Begrifflichkeiten und Abkürzungen
   - Kompetenzbereiche & Kompetenzerwartungen
   - Basiskonzepte
   - Inhaltsfelder
3. Übersicht über die inhaltlichen Schwerpunkte im Inhaltsfeld Zellbiologie
4. Übersicht über die Unterrichtsvorhaben
   UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle
   UV Z2: Biomembranen
   UV Z3: Mitose, Zellzyklus, Meiose
   UV Z4 Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Teil II: Konkretisierte UV mit fachschaftsinternen Absprachen und Unterstützungsmaterialien

Teil I:

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die hier vorgestellte Schule ist ein Gymnasium und liegt in Brühl. Exkursionen im Köln-Bonner-Raum können problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden (z.B. Zoo, Flora, Museum König, Odysseum). Einige Exkursionsziele sind fußläufig erreichbar (z.B. Heider Bergsee, Schlosspark, Ville).

Das Schulgebäude verfügt über drei Biologiefachräume. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden. Zudem verfügt die Sammlung über mehrere Baukästen mit DNA-Modellen und zwei Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab.

Für Internetrecherchen stehen IPadkoffer zur Verfügung, alle Fachräume sind mit WLAN und Präsentationsflächen ausgestattet. Die Lehrer:innenbesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen den laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 140 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3-4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase gibt es in der Regel drei bis vier Grundkurse und einen Leistungskurs.

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

Jahrgangsstufe	5	6	7	8	9	10	EF	Q1/Q2 GK	Q1/Q2 LK
Stunden	2	2	-	2	1	1	3	3	5

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

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe II 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.

Um die Qualität des Unterrichts nachhaltig zu entwickeln, überprüft die Fachschaft Biologie fortlaufend, ob Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente und Fördermaterialien ersetzt oder ergänzt werden sollen. Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans steht dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

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

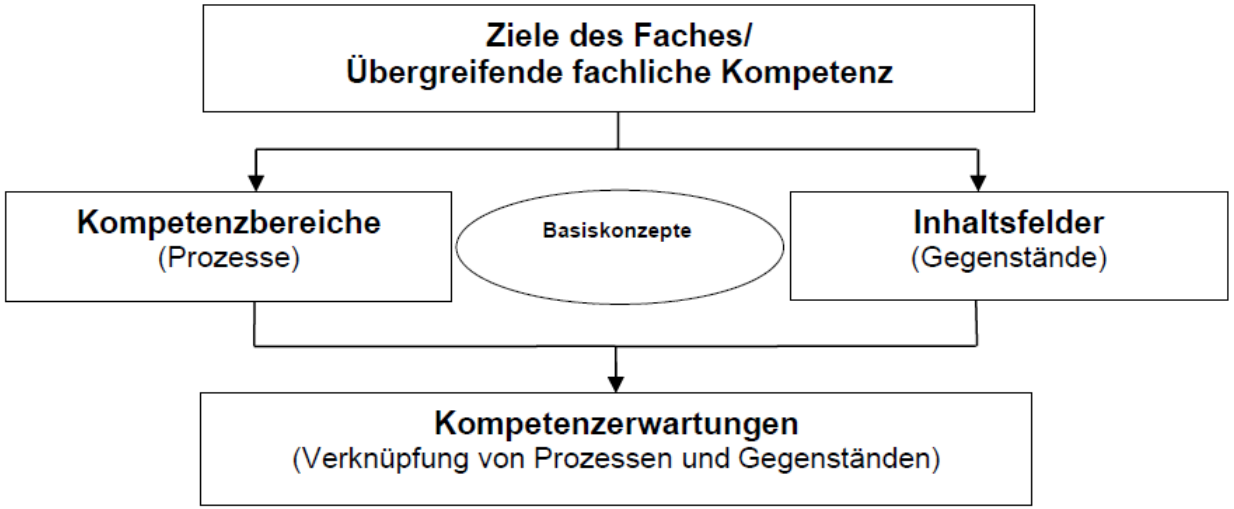
Ein Leitgedanke des Schulkonzepts ist die Nachhaltigkeit. Dementsprechend wird dieser As-pekt im Biologieunterricht immer wieder aufgegriffen und in den verschiedensten Kontexten thematisiert.

Die Schule beteiligt sich regelmäßig an Wettbewerben auf Landes- und Bundesebene.

Folgende biologiebezogene Kooperationen bestehen an der Schule:

- Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät: Institut für Nutzpflanzenwissenschaf-ten und Ressourcenschutz, Forschungsbereich Nachwachsende Rohstoffe (Prof. Ralf Pude), Campus Kleinaltendorf
- Universität zu Köln, Fachdidaktik der Biologie, Department für Biologie (Dr. Monika Pohlmann)

2 Begrifflichkeiten und Abkürzungen



Kompetenzbereiche:

Sachkompetenz (S):
Die SuS…
S1 beschreiben elementare zellbiologische Sachverhalte und ihre Anwendungen sachgerecht
S2 strukturieren und erschließen elementare zellbiologische Phänomene und ihre Anwendungen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S3 erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen,
S4 formulieren zu biologischen Phänomenen theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
S5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften von Zellen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar,
S7 erläutern Prozesse in und zwischen Zellen sowie zwischen Zellen und ihrer Umwelt

Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
Die SuS …
E1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu zellbiologischen Sachverhalten,
E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
E4 planen Untersuchungen und Modellierungen hypothesengeleitet, führen sie durch und protokollieren sie,
E5 berücksichtigen bei der Planung von Untersuchungen sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E6 beschreiben die Bedeutung der Variablenkontrolle beim Experimentieren,
E7 nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E8 wenden Laborgeräte und -techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
E9 finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
E10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und nennen mögliche Fehlerquellen,
E11 überprüfen die Hypothese,
E12 erläutern Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E13 reflektieren die Methode der Erkenntnisgewinnung,
E14 nutzen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden auch chemische und physikalische Grundkennt-nisse.
E15 stellen Möglichkeiten und Grenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses bei Fragestellungen zu lebenden Systemen dar,
E16 beschreiben die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E17 beschreiben Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

Kommunikationskompetenz (K)
Die SuS …
K1 recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,

K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen,
K4 analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.
K5 strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
K6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
K7 beschreiben die Unterschiede zwischen ultimaten und proximaten Erklärungen,
K8 beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
K9 nutzen geeignete Darstellungsformen bei der Aufbereitung biologischer Sachinformationen,
K10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu elementaren zellbiologischen Sach-verhalten.
K11 präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
K12 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
K13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
K14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten und berücksichtigen dabei empirische Befunde.

Bewertungskompetenz (B)
Die SuS…
B1 reflektieren die Bewertungsrelevanz eines Sachverhalts,
B2 betrachten Sachverhalte aus biologischer und ethischer Perspektive,
B3 beschreiben die Unterschiede zwischen deskriptiven und normativen Aussagen,
B4 benennen Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
B5 beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
B6 stellen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen dar.
B7 wenden Bewertungskriterien unter Beachtung von Normen und Werten an,
B8 wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab,
B9 begründen die eigene Meinung kriteriengeleitet mit Sachinformationen und Werten.

B10 reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
B11 reflektieren den Prozess der Bewertung,
B12 beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie.

Die 5 Basiskonzepte ermöglichen die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven

- Struktur und Funktion
- Stoff- und Energieumwandlung
- Information und Kommunikation
- Steuerung und Regelung
- Individuelle und evolutive Entwicklung

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler werden im Rahmen der Behandlung der obligatorischen Inhaltsfelder entwickelt:

- Inhaltsfeld 1 (IF 1): Zellbiologie (EF)
- Inhaltsfeld 2 (IF 2): Neurobiologie (Q-Phase)
- Inhaltsfeld 3 (IF 3): Stoffwechselphysiologie (Q-Phase)
- Inhaltsfeld 4 (IF 4): Ökologie (Q-Phase)
- Inhaltsfeld 5 (IF 5): Genetik und Evolution (Q-Phase)

3. Übersicht über die inhaltlichen Schwerpunkte im Inhaltsfeld Zellbiologie

Aufbau der Zelle

- prokaryotische Zelle
- eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie
- Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung

Genetik der Zelle

- Mitose: Chromosomen, Cytoskelett
- Zellzyklus: Regulation
- Meiose
- Rekombination
- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen

Biochemie der Zelle

- Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine
- Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung

Physiologie der Zelle

- Energieumwandlung: ATP-ADP-System, Redoxreaktionen − Anabolismus und Katabolismus
- Enzyme: Kinetik, Regulation
- physiologische Anpassungen: Homöostase

Fachliche Verfahren

- Mikroskopie
- Analyse von Familienstammbäumen
- Untersuchung von osmotischen Vorgängen
- Untersuchung von Enzymaktivitäten

4. Übersicht über die Unterrichtsvorhaben in der EF

In der nachfolgenden Übersicht über die Unterrichtsvorhaben wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Studienfahrten o.Ä.) belässt.

Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie
Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten
Inhaltliche Schwerpunkte:
Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie, *Mitose*

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen erschließen (K)
- Informationen aufbereiten (K)

UV Z2: Biomembranen
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie
Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten
Inhaltliche Schwerpunkte:
Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
  Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

UV Z3: (Mitose), Zellzyklus und Meiose
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie
Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten
Inhaltliche Schwerpunkte:
Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
  Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie
Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten
Inhaltliche Schwerpunkte:
Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
  Informationen aufbereiten (K)

Teil II: Konkretisierte Unterrichtsvorhaben EF, Inhaltsfeld Zellbiologie

UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie** Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	**Fachschaftsinterne Absprachen** • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:** • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K)	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Struktur und Funktion: • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Ansätze zur Vernetzung:

- Biologie: Anknüpfung an Grundlagen aus Klasse 5 (Mikroskopie, Zelle); Klasse 8 (Evolution, z.B. Endosymbiontentheorie)
- Physik: Optik (Mikroskopie)

Unterstützungsmaterial und Hinweise:
https://lehrplannavigator.nrw.de/system/files/media/document/file/gost_bi_silp_ep_uv_z1_aufbauundfunktionderzelle_2022_06_07.docx

Schulinterne Materialsammlung: Dateienbereich der Fachschaft Biologie bei IServ.

Leitfragen und Inhalt	Hinweise und Absprachen zu Medien und Materialien	Konkretisierte Kompetenzen
Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **Vergleich eines probiotischen Getränks und des Bodensatzes von Hefeweizen** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle • Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) • Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2) • Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2) • Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) • Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9) • Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16)	• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).
Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? Eukaryotische Zelle: • Zusammenwirken von Zellbestandteilen • Kompartimentierung (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **„System Zelle" – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit** [1] *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen • Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) • Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5)	• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).

	• Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)	
Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? • Endosymbiontentheorie (ca. 2 Ustd.)	*Kontext:* **Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten?** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximater Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) • modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7)	• erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).
Welche morphologischen Angepasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung • Mikroskopie (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) • Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) • Analyse der Angepasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernnadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der	• analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).

	Angepasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13) • Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)	
Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung (ca. 4 Ustd.)	*Kontext:* **Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6) • Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der *Chlamydomonadales* (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von *Volvox* [2] (S3, E9) • fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3] • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)	• vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).

Einschub aus „**UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose**“

Leitfragen und Inhalt	**Hinweise und Absprachen zu Medien und Materialien**	**Konkretisierte Kompetenzen**
Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? • Mitose • Chromosomen • Cytoskelett (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) • Stationenlernen mit Modell aus der Sammlung (Begleitheft als Dokument bei IServ: DNA-Modell_Replikation_Transkription.PDF)	• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).

	• fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von *Allium cepa,* Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G_0-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G_0-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G_1-Phase zurückkehren können • Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus • fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)	
Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? • Zellzyklus: Regulation (ca. 2 Ustd.)	*Kontext:* **Behandlung von Tumoren mit Zytostatika** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] • Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2] • konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) • Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)	• begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).

Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 Ustd.)	*Kontext:* **Unheilbare Krankheiten künftig heilen?** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe • Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6] • Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen • Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5) • Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen. • Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11) Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.	• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050	Der alternative Kontext bietet für die Lehrkraft die Möglichkeit, das „System Zelle“ als kleinste lebensfähige Einheit am Beispiel von *Chlamydomonas* und *Paramecium* im Unterricht erarbeiten zu lassen. Die zentralen Unterrichtssituationen werden anhand der Beispiele der beiden Einzeller entwickelt und dann verallgemeinert.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von *Chlamydomonas* und *Volvox* zu verdeutlichen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von *Thermus aquaticus* und Mensch zu verdeutlichen.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

UV Z2: Biomembranen **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie** Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	**Fachschaftsinterne Absprachen** • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen • Experimente zu Diffusion und Osmose
Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:** • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Information und Kommunikation: • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Ansätze zur Vernetzung:

- Chemie: Teilchenmodell in Klasse 7 (Diffusion, Osmose)

Unterstützungsmaterial und Hinweise:
https://lehrplannavigator.nrw.de/system/files/media/document/file/gost_bi_silp_ep_uv_z2_biomembranen_2022_06_07.docx

Schulinterne Materialsammlung: Dateienbereich der Fachschaft Biologie bei IServ.

Leitfragen und Inhalt	Hinweise und Absprachen zu Medien und Materialien	Konkretisierte Kompetenzen
Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine (ca. 5 Ustd.)	*Kontext:* **Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).
Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? • Biomembranen: Transport • Prinzip der Signaltransduktion • Zell-Zell-Erkennung (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen** [1] *zentrale Unterrichtssituationen:* • Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Ery-throcyten-Membranen • Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen • Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) • Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)	• stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).

Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen (ca. 8 Ustd.)	*Kontext:* **Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) • Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14) • Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen (aktiv und passiv) durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) mit Beispielen, • Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) • Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) • Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10); Anwendungsaufgaben zur Osmoregulation als Klausurvorbereitung	• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).
Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? • Prinzip der Signaltransduktion	*Kontext:* **Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin** [2] *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen

(ca. 2 Ustd.)	• Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7)	Organisation (S2, S5–7, K6).
Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? • Zell-Zell-Erkennung (ca. 1 Ustd.)	*Kontext:* **Organtransplantation** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)	

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&lang=9	Die durch SINUS.NRW bereitgestellten Materialien (2017) legen den Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz und hier beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051	Hier sind Sachinformationen zum Insulinrezeptorprotein und der durch Insulinbindung ausgelösten Signalkette sowie didaktische Hinweise etwa für die Einbindung der Basiskonzepte zusammengefasst. Neben essentiellen Informationen sind auch mögliche Vertiefungen angegeben, die eine Anwendung des Vorwissens der Lerngruppe ermöglichen.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie** Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	**Fachschaftsinterne Absprachen** • ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (*Allium cepa*) • *Mitose wird im UV Z1 behandelt*
Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:** • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:** Stoff- und Energieumwandlung: • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Ansätze zur Vernetzung:

- Biologie: Wachstum (Klasse 6), Evolution (Mutationen, Klasse 8), Genetik (Klasse 10)
- Philosophie (Stammzellforschung, Bioethik), Mathematik (Statistik)

Unterstützungsmaterial und Hinweise:
https://lehrplannavigator.nrw.de/system/files/media/document/file/gost_bi_silp_ep_uv_z3_mitosezellzyklusundmeiose_2022_06_07.docx

Schulinterne Materialsammlung: Dateienbereich der Fachschaft Biologie bei IServ.

Leitfragen und Inhalt	Hinweise und Absprachen zu Medien und Materialien	Konkretisierte Kompetenzen
Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomen-mutationen • Meiose • Rekombination (ca. 6 Ustd.)	*Kontext:* **Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I) • Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation • Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen • Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) • Vertiefende Betrachtung der Meiose • Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 • Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. • Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)	• erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).
Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? • Analyse von Familienstammbäumen (ca. 4 Ustd.)	*Kontext:* **Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen • Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, • Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen	• wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).

	• Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie *Kontext:* **Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) • Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8] • Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination	

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf	ausgearbeitetes Unterrichtsvorhaben „Kein Leben ohne Zelle – Auswirkungen einer Krebserkrankung und Möglichkeiten der Therapie“, aus dem Teile auch in diesem Zusammenhang verwendet werden können
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052	Sachinformationen zu Zytostatika und didaktische Hinweise
3	https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html	Leibniz-Institut für Primatenforschung
4	https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her--modernen-lebenswissenschaften.html	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5	https://zellux.net/	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin
6	https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen	Stammzellnetzwerk.NRW
7	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932	Arbeitsblatt Stammbaumanalyse, geeignet für Sek. I und Sek. II
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie** Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	**Fachschaftsinterne Absprachen**
Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:** • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:** Stoff- und Energieumwandlung: • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Ansätze zur Vernetzung:

- Biologie: Fotosynthese (Klasse 5, Klasse 8), Ernährung (Klasse 6), Regulation (Klasse 8)
- Physik (Energiebegriff), Sport (Stoffwechsel, körperliche Leistungsfähigkeit), Chemie (Redox-Reaktionen)

Unterstützungsmaterial und Hinweise:
https://lehrplannavigator.nrw.de/system/files/media/document/file/gost_bi_silp_ep_uv_z4_energiestoffwechselenzyme_2022_06_07.docx

Schulinterne Materialsammlung: Dateienbereich der Fachschaft Biologie bei IServ.

Leitfragen und Inhalt	Hinweise und Absprachen zu Medien und Materialien	Konkretisierte Kompetenzen
Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Energieumwandlung: Redoxreaktionen (ca. 12 Ustd.)	*Kontext:* **„Du bist, was du isst" --– Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger *Kontext:* **„Chemie in der Zelle"– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz • Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus • Erläuterung des ($NADH+H^+$)-NAD^+-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel • Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des ($NADH+H^+$)-NAD^+-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei	• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).

	Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen	
Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? • Enzyme: Kinetik • Untersuchung von Enzymaktivitäten • Enzyme: Regulation (ca. 12 Ustd.)	*Kontext:* **Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. • Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energie-dia-gramm. • Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren • Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte • Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion); Problematisierung der Wechselzahl. • Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9), z.B. Tafelschwamm-Modell *Kontext:* **Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel) • Irreversible Hemmung durch Denaturierung (durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle) soll herausgestellt werden • Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst geplant und durchgeführt (E11, E14) • Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen	• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • erklären die Regulation der Enzym-aktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).

	• <u>Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen</u> (K6, K8) • fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation). *Kontext:* **„Alkohol verdrängt Alkohol": Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) • Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. $NADH+H^+$ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]	

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054	Sachinformationen und Anregungen für die Lehrkraft zur Darstellung der Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)

Letzter Zugriff auf die URL: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]