



Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben

EPh (= Einführungsphase)

Hinweis:

Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich.

Inhaltsfeld 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, Makro-molekül, 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. 30 Std. à 67,5 Minuten



Unterrichtsvorhaben I:			
Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle 1 - Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?			
Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Zellaufbau • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)	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.		
Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 67,5 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch - methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
SI-Vorwissen		multiple-choice-Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	SI-Vorwissen wird ohne Benennung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen) Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test - Problemstellen.
Wie sind Lebewesen organisiert? • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle Zelltheorie - Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie? • Zelltheorie (Virchow, Schleiden/Schwann)	... stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	Zählen von Zellen der Wasserpest (Projektionsmikroskop) Gruppenpuzzle zur Entwicklung der Mikroskopie (van Leeuwenhook, Hooke usw.)	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (<i>Nature of Science</i>) werden beispielhaft erarbeitet.



				Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modellen verglichen
Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend? • Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen	... beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3). ... beschreiben objektiv und frei von eigenen Deutungen selbst gemachte Beobachtungen (E2). ... wählen Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet aus und geben deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche an (E6).	lichtmikroskopische Untersuchungen → Wasserpest → eigene Mundschleimhaut (+ anfärben) elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D und 3D-Modelle zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen Anfertigen eigener Zellmodelle mit anschließender Modellkritik		
Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen? • Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung • Endo- und Exocytose • Endosymbiontentheorie	... beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1). ... erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1). ... erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (z.B. bei	Freiarbeit zu Zellorganellen: • Station: Arbeitsblatt Golgi-Apparat („Postverteiler“ der Zelle) • Station: Arbeitsblatt Cytoskelett • Station: Erstellen eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig gewählte Adressaten. Dichtegradientenzentrifugation • AB – „Isolation von Zellbestandteilen“ • Demonstrationsversuch	Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert. Analogien zur Dichtegradientenzentrifugation werden erläutert.	



	Amöben, am Golgi-Apparat o.ä.) (UF1, UF2). ... bearbeiten in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen (K2)	Recherche (Internet, Lehrbuch, Fachliteratur)	
	... präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).	Kugellager-Präsentation	
Zelle, Gewebe, Organe, Organismen - Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen? • Zelldifferenzierung • Vom Einzeller zum Vielzeller	... 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 und Zuordnung entsprechender Abbildungen Abbildungen/Arbeitsblätter Film „Vom Einzeller zum Vielzeller“	Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe (Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe) • Erstellung einer Mind-Map zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte <u>Leistungsbewertung:</u> • <i>multiple-choice</i>-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen • ggf. als Teil einer Klausur			



Unterrichtsvorhaben II:			
Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II - Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?			
Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Funktion des Zellkerns • Zellverdopplung und DNA	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF4 bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren. • E1 in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren. • K4 biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • B4 Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.		
Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 67,5 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch - methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik	SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. Zentrale Begriffe werden von den SuS in eine sinnvolle Struktur gelegt, aufgeklebt und gesammelt, um für den Vergleich am Ende des Vorhabens zur Verfügung zu stehen.
Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia- und den Xenopus-Experimenten zugrunde?	... benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7)	Acetabularia-Experimente und Experiment zum Kerntransfer bei Xenopus:	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.

[illegible]



Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik?	.. zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	VHS-Video „Gentechnik – spielen die Wissenschaftler Gott?“ Informationsblatt zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung Pro und Kontra-Diskussion zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“	Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet. Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, bekommen einen Beobachtungsauftrag. Nach Reflexion der Diskussion werden Leserbriefe verfasst.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe • Erstellung einer Mind-Map zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte <u>Leistungsbewertung:</u> • Feedbackbogen und 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) • Bewertung von erstellten Erklärvideos, Vertonungen und Modellen • ggf. Klausur •			



Unterrichtsvorhaben III:			
Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran - Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?			
Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Biomembranen • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • K1 Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge. • K2 in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten. • K3 biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen. • E3 zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben. • E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben. • E7 an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.	Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch - methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen? • Plasmolyse	... führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6.K1.K4). ... führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Ergebnisse.	Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg Zeitungsartikel z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken mikroskopische Untersuchungen Experimente z.B. mit Schweineblut und Rotkohlgewebe	Das Plakat bietet SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens. SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch.



• Brownsche Molekularbewegung • Diffusion • Osmose	bachteten Vorgänge (E2, E3, E5.K1.K4). ... recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1.K2).	Experimente mit pflanzlichen Material (z.B. Salat, roten Zwiebeln oder Kirschen in hypertonischen Lösungen) Informationstexte, Animationen und Lehrfilme zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com) Demonstrationsexperimente mit Tinte, Teebeutel oder Deo zur Diffusion Recherche mit Arbeitsaufträgen zu osmoregulatorischen Vorgängen Checkliste zur Bewertung eines Lernplakats Kartoffel- Experimente ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke	Versuche zur Überprüfung und Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt. Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion). Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert. Ein Lernplakat zur Osmose wird kriteriengeleitet erstellt. Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.
<i>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</i> • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden	... ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1.UF3).	Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser Informationsblätter/Lehrbuch • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden • Modelle zu Phospholipiden in Wasser	Phänomen wird beschrieben. Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.



Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen? - Erforschung der Biomembran (historisch - genetischer Ansatz) - Bilayer-Modell - Sandwich-Modelle - Fluid-Mosaik-Modell	... stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4).	Plakat(e) zu Biomembranen werden im Laufe der Reihe entwickelt Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell Arbeitsblatt zur Arbeit mit Modellen Partnerpuzzle zu Sandwich-Modellen Arbeitsblatt 1: Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) Arbeitsblatt 2: Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er) Abbildungen auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie Partnerpuzzle zum Flüssig-Mosaik-Modell Arbeitsblatt 1: Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972) Arbeitsblatt 2: Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972) Experimente zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran	Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen. Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten. Der Modellbegriff und die Vortäuflichkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Die Arbeit in einer <i>scientific community</i> wird nachempfunden. 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 integriertem Protein). Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden. Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden. Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).
---	--	--	---

Kohlenhydrate in der Biomembran	... 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). ... recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).	Arbeitsblätter und Informationsmaterial zur Funktionsweise von Tracern	Die biologische Bedeutung (hier nur die proximale Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-körper-Reaktion) wird recherchiert.
- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen - Proteinsonden	recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen – Antikörper - Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).	Internetrecherche Informationen zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Veréb et al (2003) Checkliste mit Kriterien für seriöse Quellen Checkliste zur korrekten Angabe von Internetquellen	Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.
- dynamisch strukturiertes Mosaikmodell - Rezeptor-Inseln - Lipid-Rafts	Abstract aus: Veréb, G. et al. (2003): <i>Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.</i> Lernplakat (fertig gestellt) zu den Biomembranen	Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.	Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.
Nature of Science - naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen			



Wie macht sich die Wissenschaft die Antigen-Antikörper-Reaktion zunutze? • Moderne Testverfahren			
Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert? • Passiver Transport • Aktiver Transport	... beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	Gruppenarbeit Informationstext zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen Erstellen von Vertonungen bestehender Animationen oder Erstellung von Erklärvideos (z.B. durch Apps wie Explain Everything oder Stop-Motion-Studio)	SuS erstellen entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
- KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ (Portfolio zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“) zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)

Leistungsbewertung:

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



Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel

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

Inhaltliche Schwerpunkte

- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Basiskonzepte:

System

Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

Struktur und Funktion

Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD⁺

Entwicklung

Training

Zeitbedarf:

ca. 30 Std. à 67,5 Minuten



Unterrichtsvorhaben IV:			
Thema/Kontext: <u>Enzyme im Alltag - Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</u>			
Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle, Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Enzyme Zeitbedarf: ca. 13 Std..à 67,5 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.	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch - methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Schematische Darstellungen von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus	Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit
<i>Welche Voraussetzungen sind für Stoffwechselreaktionen notwendig?</i> • Endergonische und exergonische Reaktion (ATP als „universelle Energiewährung“ im Stoffwechsel) • Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle • Katalysator • Biokatalysator			



Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle? • Aminosäuren • Peptide, Proteine • Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur	... ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	Haptische Modelle (z. B. Legomodelle) zum Proteinaufbau Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen Gruppenarbeit Lernplakate zum Aufbau von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht. Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert.
Welche Bedeutung haben Enzyme im Stoffwechsel? • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat - und Wirkungs-spezifität	... erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4). ... beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Erstellen von Vertonungen bestehender Animationen oder Erstellung von Erklärvideos (z.B. durch Apps wie Explain Everything oder Stop-Motion-Studio) Experimentelles Gruppenpuzzle: a) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe b) Lactase und Milch sowie Glucose-teststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) Hilfekarten (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente Checklisten mit Kriterien für - Naturwissenschaftliche Fragestellungen - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns.	Die Substrat- und Wirkungskungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert. Die gestuften Hilfen (Checklisten) geben Denk-anstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess. Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt. Die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei



			Gruppenrallye mit Anwendungsbeispiele zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel: - z.B. Bromelain, Invertase (Isolierung aus Bäckerhefe zur Herstellung von Kunstthong)	Lactase werden mit Hilfe eines Modells diskutiert.
Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen? • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit • Schwermetalle • Substratkonzentration / Wechselzahl	... beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5). ... stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1.K4).	Checkliste mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen Experimente zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase, Katalase und Bromelain) Modellexperimente mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration	Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt. Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzym-eigenschaften	
Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert? • kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht – kompetitive) Hemmung • Substrat und Endprodukt-hemmung	... beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Gruppenarbeit Informationsmaterial zu Trypsin (allosterischer Hemmung) und Allopurinol (kompetitiven Hemmung) Experimente mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.) Checkliste mit Kriterien zur Modellkritik	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik	



Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? • Enzyme im Alltag - Technik - Medizin - u.a.	... recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4). ... geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4)	(Internet) Recherche	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z. B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt. Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut werden besprochen und diskutiert.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe <u>Leistungsbewertung:</u> • <i>multiple choice</i> -Tests • KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4) • Bewertung von erstellten Erklärvideos, Vertonungen und Modellen • ggf. Klausur •			

[illegible]

[illegible]



• Disaccharid • Polysaccharid (Stärke/Glykogen) • Tracermethode • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette	ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). ... präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation ad-ressatengerecht (K3). .. erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). ... beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3). ... erläutern die Bedeutung von NAD⁺ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).	Advance Organizer Arbeitsblatt mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen Informationstexte und schematische Darstellungen zu historischen Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthese (vereinfacht) Arbeitsblatt mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP	Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt. Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.
Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle? Systemebene: Molekül • NAD⁺ und ATP Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander? Systemebene: Organ und Gewebe • Muskelaufbau Systemebene: Zelle • Sauerstoffschild, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher	Arbeitsblätter zur roten und weißen Muskulatur und Sauerstoffschild Bildkarten zu Muskeltypen und Sportarten Informationsblatt Experimente mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert) Forscherbox	Die Funktion des ATP als Energie -Transporter wird verdeutlicht. Beispiele von 400m und 800m Läufern werden analysiert. Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht/ausgewertet. Muskeltypen werden begründet Sportarten zugeordnet.	

Systemebene: Molekül • Lactat-Test • Milchsäure-Gärung	... überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).		Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele? Systemebene: Organismus, Zelle, Molekül • Ernährung und Fitness • Kapillarisation • Mitochondrien Systemebene Molekül • Glycogenspeicherung • Myoglobin	.. erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4). ... erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	Fallstudien aus der Fachliteratur (Sportphysiologie) Arbeitsblatt mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel)	Trainingsprogramme und Ernährung werden unter Berücksichtigung von Trainingszielen (z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und unter Berücksichtigung der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt. Verschiedene Situationen werden „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung).
Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus? Systemebene: Organismus, Zelle, Molekül • Formen des Dopings • Anabolika • EPO	.. nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	Anonyme Kartenabfrage zu Doping Informationstext zu Werten, Normen, Fakten Informationstext zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003) Exemplarische Aussagen von Personen Informationstext zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport	Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert. Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.

